



**AFYONKARAHİSAR BÖLGESİ TARİHİ TAŞ KÖPRÜLERİNİN MİMARİ VE
STATİK ÖZELLİKLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Keziban Kübra AKTÜRK

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Gökhan KÜRKLÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Haziran 2019

AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

AFYONKARAHİSAR BÖLGESİ TARİHİ TAŞ KÖPRÜLERİNİN
MİMARİ VE STATİK ÖZELLİKLERİ

Keziban Kübra AKTÜRK

Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Gökhan KÜRKLÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Haziran 2019

TEZ ONAY SAYFASI

Keziban Kübra Aktürk tarafından hazırlanan “Afyonkarahisar Bölgesi Tarihi Taş Köprülerinin Mimari Ve Statik Özellikleri” adlı tez çalışması lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca 11/06/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından **oy birliği** ile Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Gökhan KÜRKLÜ

Başkan : Prof. Dr. Hüseyin AKBULUT
Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Meltem SAPLIOĞLU
Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Gökhan KÜRKLÜ
Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi

İmza

Afyon Kocatepe Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun
...../...../..... tarih ve
..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. İbrahim EROL
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI
Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

11/06/2019

Keziban Kübra AKTÜRK

ÖZET
Yüksek Lisans Tezi

**AFYONKARAHİSAR BÖLGESİ TARİHİ TAŞ KÖPRÜLERİNİN MİMARİ VE
STATİK ÖZELLİKLERİ**

Keziban Kübra AKTÜRK
Afyon Kocatepe Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Gökhan KÜRKÜ

Bu tez çalışmasında, Afyonkarahisar ili sınırları içerisinde bulunan tarihi taş köprülerin mimari ve yapısal özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda ilde bulunan tarihi taş köprüler tespit edilmiş, mevcut köprülerin tümü yerinde incelenmiştir. Afyonkarahisar ilinde halen mevcut olan; Altıgöz, Harmancık, Kanlı Gölet, Cenkçi, Kuşunlu, Koca, Kışlacık, Kışlacık Su Yolu 1-2-3, Araplı, Bent, Horasan, İki Göz, Karadirek, Yolkonak, Başağaç, Başağaç Giriş, Balmahmut, Akören, Garipçe 1-2-3, Kırkgöz, Dörtgöz, İkigöz, Koca, Başkonak, Meryem, Taş Köprü, Kurt Musa ve Yunuslar Ağılı Köprüleri olmak üzere 33 adet köprü tespit edilmiştir. Bu köprüler hem tarihi hem de mimari özellikleriyle değerlendirilmiş, GPS konumları belirlenmiş, fotoğraflanmış, 3 boyutlu olarak modellenmiş ve köprülerin render görüntüleri üretilmiştir. Köprülerden Balmahmut Köprüsü ve İscehisar Koca Köprü düşey yükler etkisi altında sonlu elemanlar yöntemi ile çözümlenmiştir. Son olarak yıkıldığı tespit edilen köprülerde tarihi ve mimari açıdan ele alınmıştır. Sonuç olarak Afyonkarahisar ilinde bulunan mevcut ve yıkılmış olan tarihi taş köprülerin güncel şekilde kayıt altına alınmaları ve 3 boyutlu görseller ile bu kayıtların daha nitelikli hale getirilmeleri ve statik analizi yapılan köprüler ile de hasar analizlerinin mevcut durum ile örtüştüğü belirlenmiştir.

2019, xiv + 147 sayfa

Anahtar Kelimeler: Afyonkarahisar, Tarihi taş köprü, 3D model, Statik analiz.

ABSTRACT
M.Sc. Thesis

**ARCHITECTURAL AND STATIC PROPERTIES OF HISTORICAL STONE
BRIDGES IN AFYONKARAHISAR REGION**

Keziban Kübra AKTÜRK

Afyon Kocatepe University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Civil Engineering

Supervisor: Asst. Prof. Gökhan KÜRKÜ

In this thesis, it was aimed to determine the architectural and structural features of the historical stone bridges in Afyonkarahisar. For this purpose, historical stone bridges in the province were determined and all existing bridges were examined in situ. Currently in Afyonkarahisar province; Altıgöz, Harmancık, Kanlı Gölet, Cenkçi, Kurşunlu, Koca, Kışlacık, Kışlacık Su Yolu 1-2-3, Araplı, Bent, Horasan, İki Göz, Karadirek, Yolkonak, Başağaç, Başağaç Giriş, Balmahmut, Akören, Garipçe 1-2-3, Kırkgöz, Dörtgöz, İkigöz, Koca, Başkonak, Meryem, Taş Köprü, Kurt Musa ve Yunuslar Ağılı Bridges were determined as 33 bridges. These bridges were evaluated with both historical and architectural features, GPS locations were determined, photographed, modeled as 3D and also rendered images of bridges were produced. Balmahmut Bridge and İscehisar Koca Bridge were analyzed by finite element method under the influence of vertical loads. Finally, the bridges, which were determined to be demolished, were discussed in terms of history and architecture. As a result, it was determined that the available and demolished historical stone bridges in Afyonkarahisar province were recorded in a current way, made the records more qualified with three-dimensional visuals and the result of static analysis of the bridges coincide with the current situation.

2019, xiv + 147 pages

Keywords: Afyonkarahisar, Historical stone bridges, 3D model, Static analysis.

TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın konusu, sonuçların değerlendirilmesi ve yazımı aşamasında yapmış olduğu büyük katkılarından dolayı tez danışmanım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Gökhan Kürklü'ye bilgilerin toplanması ve araştırmaların yapılması esnasında yardımını esirgemeyen eniştem Mehmet Kocabıçakoğlu, babam İsmail Aktürk ve amcam Nihat Salman'a, rölöveleri almam konusunda yardımlarını esirgemeyen değerli büyüğüm Ali İhsan Yaşa ve arkadaşım Ferdane Karakaş 'a, yazım süresince yardımlarını esirgemeyen arkadaşım Mimar Fazilet Çoban ve İnşaat Müh. Nimet İnkaya'ya her konuda öneri ve eleştirileriyle yardımlarını gördüğüm hocalarıma ve arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Ayrıca yardımlarını esirgemeyen Afyonkarahisar Müze Mdr. Mevlüt Üyümez ve Afyonkarahisar Belediyesi İmar Mdr. Ziya Kükrey'e teşekkür ederim.

Bu araştırma boyunca maddi ve manevi desteklerinden dolayı başta annem, babam ve kardeşim olmak üzere aileme teşekkür ederim.

Keziban Kübra AKTÜRK
AFYONKARAHİSAR, 2019

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	iv
KISALTMALAR DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	x
RESİMLER DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR BİLGİLERİ.....	3
2.1 Köprülerin Genel Özellikleri	3
2.1.1 Köprülerin Yapısı	3
2.1.2 Köprülerin Tarihçesi ve Bölümleri.....	4
3. MATERYAL ve METOT	17
3.1 Afyonkarahisar’ın Tarihi	17
3.2 Afyonkarahisar’ın Su Kaynakları	18
3.2 Metot.....	20
3.3. Sonlu Elemanlar Modelinin Oluşturulması	23
4. BULGULAR	25
4.1 Afyonkarahisar ve İlçelerindeki Mevcut Tarihi Köprüler	36
4.1.1 Afyonkarahisar’ın Merkezindeki Tarihi Köprüler	36
4.1.1.1 Altıgöz Köprüsü.....	36
4.1.1.2 Harmancık (Köle) Köprüsü	41
4.1.1.3 Kanlı Gölet Köprüsü	44
4.1.1.4 Kurşunlu Köprüsü.....	47
4.1.1.5 Ark (Kadınana) Köprüsü.....	50
4.1.1.6 Kara Köprü	53
4.1.1.7 Kışlacık Köprüsü	54
4.1.1.8 Cenkci Köprüsü	57
4.1.1.9 Kışlacık Su Yolu Köprüsü 1	59
4.1.1.10 Kışlacık Su Yolu Köprüsü 2	61

4.1.1.11 Kışlacık Su Yolu Köprüsü 3	62
4.1.1.12 Saraydüzü (Araplı) Köprüsü	64
4.1.1.13 Saraydüzü Bent Köprüsü	66
4.1.1.14 Horasan Köprüsü	68
4.1.1.15 İki Göz Küçük Çobanlar Köprüsü	72
4.1.2 Afyonkarahisar'ın Sandıklı İlçesindeki Köprüler.....	74
4.1.2.1 Karadirek Köprüsü.....	74
4.1.2.2 Yolkonak (İsmihan Nihan Nene) Köprüsü	76
4.1.2.3 Başağaç Köprüsü	78
4.1.2.4 Başağaç Giriş Köprüsü	81
4.1.3.1 Balmahmut Köprüsü	83
4.1.3.2. Akören Köprüsü.....	84
4.1.3.3 Saraycık 1 (Garipçe) Köprüsü	85
4.1.3.4 Saraycık 2 (Garipçe) Köprüsü	87
4.1.3.5 Saraycık 3 (Garipçe) Köprüsü	88
4.1.4 Afyonkarahisar'ın Bolvadin İlçesindeki Köprüler	89
4.1.4.1 Kırkgöz Köprüsü.....	89
4.1.5 Afyonkarahisar'ın Şuhut İlçesindeki Köprüler.....	95
4.1.5.1 Dörtgöz Köprüsü.....	95
4.1.5.2 İki göz (Üçgöz) Köprüsü	98
4.1.6 Afyonkarahisar'ın İscehisar İlçesindeki Köprüler.....	100
4.1.6.1 Antik İscehisar (Koca Köprü) Köprüsü	100
4.1.7 Afyonkarahisar'ın Emirdağ İlçesindeki Köprüler	103
4.1.7.1 Başkonak Köyü Köprüsü	103
4.1.8 Afyonkarahisar'ın İhsaniye İlçesindeki Köprüler	106
4.1.8.1 Meryem Bölgesi Köprüsü	106
4.1.9 Afyonkarahisar'ın Sultandağı İlçesindeki Köprüler.....	107
4.1.9.1 Taş Köprü	107
4.1.10 Afyonkarahisar'ın Çay İlçesindeki Köprüler	110
4.1.10.1 Kurt Musa (Zompi, Kara Musa) Köprüsü	110
4.1.11 Afyonkarahisar'ın Çobanlar İlçesindeki Köprüler	112
4.1.11.1 Yunuslar Ağılı Köprüsü.....	112
4.2 Düşey Yükler Etkisi Altında Statik Analizi Yapılan Tarihi Taş Köprüler	116
4.2.1 Balmahmut Köprüsü Statik Analizi.....	117

4.2.2 İscehisar Köprü Statik Analizi.....	123
4.3 Afyonkarahisar ve İlçelerindeki Yıkılmış Köprüler	130
4.3.1 Afyonkarahisar Merkezdeki Yıkılmış Köprüler.....	130
4.3.1.1 Hacı Gani (Hacı Abdül Gani) Köprüsü	130
4.3.1.2 Erenler Köyü Köprüsü	131
4.3.1.3 İkigöz Köprüsü	131
4.3.1.4 Koca Köprü.....	132
4.3.2 Afyonkarahisar'ın Sandıklı İlçesindeki Yıkılmış Tarihi Köprüler.....	133
4.3.2.1 Kuruçay Köprüsü	133
4.3.2.2 Atlı Köprü	134
4.3.2.3 Resul Köyü (Yolkonak) Köprüsü	134
4.3.2.4 Tahta Köprüsü.....	134
4.3.3 Afyonkarahisar'ın Sinanpaşa İlçesindeki Yıkılmış Tarihi Köprüler.....	136
4.3.3.1 Garipçe Köprüsü	136
4.3.4. Afyonkarahisar'ın Emirdağ İlçesindeki Yıkılmış Tarihi Köprüler	136
4.3.4.1 Emirdağ İçi (Okul) Köprüsü	136
4.3.5 Afyonkarahisar'ın İhsaniye İlçesindeki Yıkılmış Tarihi Köprüler.....	138
4.3.5.1 Mezbaha Köprüsü	138
4.3.5.2 Oğulbeyli Köprüsü.....	139
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	140
6. KAYNAKLAR.....	143
ÖZGEÇMİŞ.....	147

KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar

DSİ	Devlet Su İşleri
KGM	Karayolları Genel Müdürlüğü



ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1 Tarihi taş köprüünün bölümlerinin Emirdağ Başkonak Köprüsü'nde görünümü	5
Şekil 3.1 Duvarlar için modelleme yaklaşımları (Zhang 2015)	24
Şekil 4.1 Afyonkarahisar üzerindeki köprülerin Türkiye haritasındaki koordinatlarının harita görünümü	25
Şekil 4.2 Afyonkarahisar üzerindeki köprülerin koordinatlarının harita görünümü.....	26
Şekil 4.3 Afyonkarahisar merkezdeki köprülerin koordinatlarının uydu görünümü.....	27
Şekil 4.4 Altıgöz Köprüsü 3D Modellemesi üstten görünüş	40
Şekil 4.5 Altıgöz Köprüsü 3D Modellemesi.....	40
Şekil 4.6 Harmancık Köprüsü 3D Modellemesi	43
Şekil 4.7 Kanlı Gölet Köprüsü 3D Modellemesi	46
Şekil 4.8 Kanlı Gölet Köprüsü 3D Modellemesi su yüzeyinden görünüşü	46
Şekil 4.9 Kurşunlu Köprüsü 3D Modellemesi	49
Şekil 4.10 Kadınana Köprüsü 3D Modellemesi	52
Şekil 4.11 Kara Köprü 3D Modellemesi	53
Şekil 4.12 Kışlacık Köprüsü 3D Modellemesi ön görünüş	56
Şekil 4.13 Kışlacık Köprüsü 3D Modellemesi arka görünüş	56
Şekil 4.14 Cenkçi Köprüsü 3D Modellemesi	59
Şekil 4.15 Kışlacık Su Yolu Köprüsü 1, 3D Modellemesi	61
Şekil 4.16 Kışlacık Su Yolu Köprüsü 2, 3D Modellemesi	62
Şekil 4.17 Kışlacık Su Yolu Köprüsü 3, 3D Modellemesi	63
Şekil 4.18 Araplı Köprüsü 3D Modellemesi	66
Şekil 4.19 Saraydüzü Bent Köprüsü 3D Modellemesi	68
Şekil 4.20 Horasan Köprüsü 3D Modellemesi	70
Şekil 4.21 Horasan Köprüsü 3D Modellemesi ön cephe görünüş	71
Şekil 4.22 Horasan Köprüsü 3D Modellemesi üstten görünüş	71
Şekil 4.23 Küçük Çobanlar İkiçöz Köprüsü 3D Modellemesi	74
Şekil 4.24 Karadirek Köprüsü 3D Modellemesi	76
Şekil 4.25 Yolkonak Köprüsü 3D Modellemesi	77
Şekil 4.26 Başağaç Köprüsü 3D Modellemesi	80
Şekil 4.27 Başağaç Köprüsü 3D Modellemesi üstten görünüş	80

Şekil 4.28 Başağaç Giriş Köprüsü 3D Modellenmesi	82
Şekil 4.29 Akören Köprüsü 3D Modellenmesi	85
Şekil 4.30 Saraycık 1 Köprüsü 3D Modellemesi	86
Şekil 4.31 Saraycık 2 Köprüsü 3D Modellemesi	88
Şekil 4.32 Saraycık 3 Köprüsü 3D Modellemesi	89
Şekil 4.33 Kırkgöz Köprüsü 3D Modellemesi	95
Şekil 4.34 Dörtgöz Köprüsü 3D Modellenmesi	97
Şekil 4.35 Üçgöz Köprüsü 3D Modellenmesi	100
Şekil 4.36 Koca Köprü 3D Modellenmesi	103
Şekil 4.37 Başkonak Köprüsü 3D Modellenmesi	105
Şekil 4.38 Meryem Bölgesi Köprüsü 3D Modellenmesi	107
Şekil 4.39 Taş Köprü 3D Modellenmesi	110
Şekil 4.40 Kurt Musa Köprüsü 3D Modellenmesi	112
Şekil 4.41 Yunuslar Ağılı Köprüsü 3D Modellenmesi	115
Şekil 4.42 Yunuslar Ağılı Köprüsü 3D Modellenmesi betonarme yüzeyinin görünümü	116
Şekil 4.43 Balmahmut Köprüsünün üç boyutlu mimari modeli	117
Şekil 4.44 Balmahmut Köprüsü sonlu elemanlar modeli	118
Şekil 4.45 Balmahmut Köprüsü statik yük dağılımı	118
Şekil 4.46 Balmahmut Köprüsü y yönünde deformasyon dağılımı	119
Şekil 4.47 Balmahmut Köprüsü x eksenı doğrultusundaki kesit boyunca y yönünde deformasyon dağılımı	120
Şekil 4.48 Balmahmut Köprüsü x yönünde deformasyon dağılımı	120
Şekil 4.49 Balmahmut Köprüsü normal gerilme dağılımı	121
Şekil 4.50 Balmahmut Köprüsü kayma gerilmesi dağılımı	122
Şekil 4.51 Koca Köprü üç boyutlu mimari modeli	123
Şekil 4.52 Koca Köprü sonlu elemanlar modeli	124
Şekil 4.53 Koca Köprü statik yük dağılımı	125
Şekil 4.54 Koca Köprü y yönünde deformasyon dağılımı	125
Şekil 4.55 Koca Köprü ön görünüşü üzerinde y yönünde deformasyon dağılımı	126
Şekil 4.56 Koca Köprü x yönünde deformasyon dağılımı	127
Şekil 4.57 Koca Köprü normal gerilme dağılımı	128
Şekil 4.58 Koca Köprü ön görünüşü üzerinden normal gerilme dağılımı	128
Şekil 4.59 Koca Köprü kayma gerilmesi dağılımı	129

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1 Afyonkarahisar bölgesi akarsu kaynakları.	19
Çizelge 3.2 Köprü malzeme özellikleri.	24
Çizelge 4.1 Afyonkarahisar merkezindeki mevcut tarihi taş köprülerin genel özellikleri	27
Çizelge 4.2 Afyonkarahisar Sandıklı ilçesindeki mevcut tarihi taş köprülerin genel özellikleri.	30
Çizelge 4.3 Afyonkarahisar Sinanpaşa ilçesindeki mevcut tarihi taş köprülerin genel özellikleri.	31
Çizelge 4.4 Afyonkarahisar Bolvadin, Şuhut, İncehisar, Emirdağ, İhsaniye, Sultandağı, Çay ve Çobanlar ilçelerindeki mevcut tarihi taş köprülerin genel özellikler	32
Çizelge 4.5 Afyonkarahisar ve ilçelerindeki yıkılmış tarihi taş köprülerin genel özellikleri.	34
Çizelge 4.6 Altıgöz Köprüsü genel özellikleri.	36
Çizelge 4.7 Harmancık Köprüsü genel özellikleri.	41
Çizelge 4.8 Kanlı Gölet Köprüsü genel özellikleri.	44
Çizelge 4.9 Kurşunlu Köprüsü genel özellikleri.	47
Çizelge 4.10 Ark (Kadınana) Köprüsü genel özellikleri.	50
Çizelge 4.11 Kara Köprü genel özellikleri.	53
Çizelge 4.12 Kışlacık Köprüsü genel özellikleri.	55
Çizelge 4.13 Cenkei Köprüsü genel özellikleri.	57
Çizelge 4.14 Kışlacık Su Yolu Köprüsü 2 genel özellikleri.	61
Çizelge 4.15 Saraydüzü (Araplı) Köprüsü genel özellikleri.	64
Çizelge 4.16 Saraydüzü Bent Köprüsü genel özellikleri.	66
Çizelge 4.17 Horasan Köprüsü genel özellikleri.	68
Çizelge 4.18 İkigöz Köprüsü genel özellikleri.	72
Çizelge 4.19 Karadirek Köprüsü genel özellikleri.	75
Çizelge 4.20 Yolkonak (İsmihan Nihan Nine) Köprüsü genel özellikleri.	76
Çizelge 4.21 Başağaç Köprüsü genel özellikleri.	78
Çizelge 4.22 Başağaç Giriş Köprüsü genel özellikleri.	81
Çizelge 4.23 Balmahmut Köprüsü genel özellikleri.	83
Çizelge 4.24 Akören Köprüsü genel özellikleri.	84
Çizelge 4.25 Saraycık 1 Köprüsü genel özellikleri.	85

Çizelge 4.26 Saraycık 2 Köprüsü genel özellikleri.	87
Çizelge 4.27 Saraycık 3 Köprüsü genel özellikleri.	88
Çizelge 4.28 Kırkgöz Köprüsü genel özellikleri.	90
Çizelge 4.29 Dörtgöz Köprüsü genel özellikleri.	96
Çizelge 4.30 İkigöz Köprüsü genel özellikleri.	98
Çizelge 4.31 İscehisar Köprüsü genel özellikleri.	101
Çizelge 4.32 Başkonak Köyü Köprüsü genel özellikleri.	104
Çizelge 4.33 Meryem Bölgesi Köprüsü genel özellikleri.	106
Çizelge 4.34 Taş Köprü genel özellikleri.	108
Çizelge 4.35 Kurt Musa Köprüsü genel özellikleri.	110
Çizelge 4.36 Yunuslar Ağılı Köprüsü genel özellikleri.	113



RESİMLER DİZİNİ

Sayfa

Resim 4.1 Altıgöz Köprüsü Kuzey cephesi yıkılmış mahmuz ve düşen kesme taşların görünümü	37
Resim 4.2 Altıgöz Köprüsü mansap bölgesi görünüşü	38
Resim 4.3 Altıgöz Köprüsü kitabesi	39
Resim 4.4 Harmancık (Köle) Köprüsü	41
Resim 4.5 Harmancık (Köle) Köprüsü üstten görünüş	42
Resim 4.6 Kanlı Gölet Köprüsü dökülen korkuluk taşları ve köprüye yapılan ankrajın görünümü	45
Resim 4.7 Kanlı Gölet Köprüsü	45
Resim 4.8 Kurşunlu Köprüsü	47
Resim 4.9 Kurşunlu Köprüsü zarar gören mahmuzların görünümü	48
Resim 4.10 Kurşunlu Köprüsü arka cephe	49
Resim 4.11 Kadınana Köprüsü su deposu ve köprünün betonarme ayaklarının görünümü	50
Resim 4.12 Kadınana Köprüsü	51
Resim 4.13 Kadınana Köprüsü zarar görmüş döşeme görünümü.....	52
Resim 4.14 Kara Köprü	54
Resim 4.15 Kışlacık Köprüsü ön cephe	55
Resim 4.16 Kışlacık Köprüsü arka cephe	55
Resim 4.17 Cenkçi Köprüsü ön cephe	57
Resim 4.18 Cenkçi Köprüsü arka cephe	58
Resim 4.19 Kışlacık Su Yolu Köprüsü 1	59
Resim 4.20 Kışlacık Su Yolu Köprüsü 1 üstten görünümü	60
Resim 4.21 Kışlacık Su Yolu Köprüsü 2	62
Resim 4.22 Kışlacık Su Yolu Köprüsü 3	63
Resim 4.23 Araplı Köprüsü ön cephe	64
Resim 4.24 Araplı Köprüsü arka cephe	65
Resim 4.25 Saraydüzü Bent Köprüsü	67
Resim 4.26 Saraydüzü Bent Köprüsü üstten görünümü	67
Resim 4.27 Horasan Köprüsü	69
Resim 4.28 Horasan Köprüsü üstten görünüş	69
Resim 4.29 İki göz Köprüsü	72

Resim 4.30 İkigöz Köprüsü doldurulmuş kemer görünümü	73
Resim 4.31 Karadirek Köprüsü	75
Resim 4.32 Yolkonak Köprüsü	77
Resim 4.33 Başağaç Köprüsü	78
Resim 4.34 Başağaç Köprüsü kitabesi	79
Resim 4.35 Başağaç Giriş Köprüsü kuzey bölümü	81
Resim 4.36 Başağaç Giriş Köprüsü güney bölümü	82
Resim 4.37 Balmahmut Köprüsü arka cephe görünüşü	83
Resim 4.38 Akören Köprüsü	84
Resim 4.39 Saraycık 1 Köprüsü	86
Resim 4.40 Saraycık 2 Köprüsü	87
Resim 4.41 Saraycık 3 Köprüsü	89
Resim 4.42 Kırkgöz Köprüsü	90
Resim 4.43 Kırkgöz Köprüsü restorasyon geçirmeden önceki görünümü	91
Resim 4.44 Kırkgöz Köprüsü ayaklarında gözüken devşirme malzemeler	91
Resim 4.45 Kırkgöz Köprüsü arka cephe	92
Resim 4.46 Kırkgöz Köprüsü ön cephe	93
Resim 4.47 Kırkgöz Köprüsü Afyonkarahisar Müzesi'ndeki kitabesi	94
Resim 4.48 Dörtgöz Köprüsü doğu yüzeyi görünümü	96
Resim 4.49 Dörtgöz Köprüsü batı yüzeyi görünümü	96
Resim 4.50 Dörtgöz Köprüsü eski hali	97
Resim 4.51 Üçgöz Köprüsü kuzey bölümü	98
Resim 4.52 Üçgöz Köprüsü eski hali	99
Resim 4.53 Üçgöz Köprüsü güney bölümü	99
Resim 4.54 Koca Köprü restorasyon öncesi	101
Resim 4.55 Koca Köprü restorasyon sonrası görünümü	101
Resim 4.56 Koca Köprü	102
Resim 4.57 Koca Köprü devşirme malzeme görünümü	102
Resim 4.58 Başkonak Köprüsü arka cephe	104
Resim 4.59 Başkonak Köprüsü ön cephe	105
Resim 4.60 Meryem Bölgesi Köprüsü	106
Resim 4.61 Taş Köprü batı yüzeyi	108
Resim 4.62 Taş Köprü doğu yüzeyi	109
Resim 4.63 Taş Köprüsü deformasyona uğramış mahmuzların ve taşların görünümü	

.....	109
Resim 4.64 Kurt Musa Köprüsü	111
Resim 4.65 Kurt Musa Köprüsü batı bölümü	111
Resim 4.66 Yunuslar Ağılı Köprüsü	113
Resim 4.67 Yunuslar Ağılı Köprüsü betonarme ek görünümü	113
Resim 4.68 Yunuslar Ağılı Köprüsü 20 m uzaktaki tek göz görünümü	114
Resim 4.69 Yunuslar Ağılı Köprüsü yan yüzeylerin ve kemerlerin görünümü	114
Resim 4.70 Yunuslar Ağılı Köprüsü 38 m uzaklıktaki tek göz açıklık	115
Resim 4.71 Balmahmut Köprüsü restore edilen taşlar ve mevcut hasar durumu	122
Resim 4.72 Koca Köprü restore edilen taşlar ve mevcut hasar durumu	129
Resim 4.73 Hacı Gani Köprüsü	130
Resim 4.74 İkigöz Köprüsü	131
Resim 4.75 Koca Köprü bulunduğu yer	132
Resim 4.76 Kuruçay Köprüsü	133
Resim 4.77 Atlı Köprü	134
Resim 4.78 Tahta Köprüsü	135
Resim 4.79 Tahta Köprüsünün bulunduğu dikili taş ve barajın görünümü	135
Resim 4.80 Emirdağ İçi (Okul) Köprüsü ön cephe	136
Resim 4.81 Emirdağ İçi (Okul) Köprüsü yan cephe	137
Resim 4.82 Emirdağ İçi (Okul) Köprüsü yerine yapılan betonarme köprü	137
Resim 4.83 Mezbaha Köprüsü ön cephe	138
Resim 4.84 Mezbaha Köprüsü	138
Resim 4.85 Oğulbeyli Köprüsü yerine yapılan betonarme köprü	139

1. GİRİŞ

Belli bir engeli aşmak, bir akarsuyu, bir vadiyi üzerinden geçerek iki karşı yakayı birbirine bağlamak için inşa edilen köprüler, tarih boyunca işlevselliklerinin yanında mimari ve estetik yapılarıyla anıtsal bir yapı haline gelmiştir. Bu tarihi yapıların birçok örneği Türkiye’de bulunmaktadır. Bu kültürel mirasın çağlar boyu gelecek nesillere aktarılabilmesi için hem yapıların korunması hem de görsel, mimari ve statik açıdan kayıt altına alınması gereklidir.

Anadolu’da, son birkaç bin yıl içinde yüzlerce köprü inşa edilmiş ve bu köprülerde malzeme olarak taş tercih edilmiştir. Tarihi köprülerin inşasında kullanılan taş malzemenin uzun ömürlü olması nedeniyle bu köprüler günümüze kadar ayakta kalmayı başaramıştır. Taş köprüler başlıca; tek açıklıklı, çift gözlü, sürekli kemerli, yükselen ve alçalan olmak üzere farklı tiplerde inşa edilmiştir.

Tarihi M.Ö. 3000’li yıllara kadar dayanan Afyonkarahisar ili de birçok tarihi taş köprüye ev sahipliği yapmaktadır. İl sınırı içerisinde kalan topraklar, yedi coğrafi bölgenin üçünde yer almaktadır. Bundan dolayı Afyonkarahisar Anadolu’nun kavşak noktası olarak anılmaktadır. M.Ö. 2000’lerin başında Hattiler, sonrasında Hititler bu coğrafyayı yurt edinmişlerdir. Hititlerden sonra Frigler, Persler, Romalılar, Selçuklular ve Osmanlılar bu coğrafyada yaşayan medeniyetler olmuştur. Her biri Afyonkarahisar’a farklı isimler vermiştir. Afyon kelimesi ilk 17’nci yüzyıl ortalarında kullanılmıştır. Her kim ki Anadolu’yu kontrol etmek istemiş, işe ya buradan başlamış ya da burada bitirmiştir. Dinar Persler’in merkezidir, Romalılar Emirdağ’ı askeri üs olarak seçer, Yunanlar Anadolu’da egemen olmak için yine Afyonkarahisar’da üstlenirler. İpsos, Miryakefalon, Büyük Taarruz savaşları hep bu topraklarda yapılmıştır.

Birçok akarsuyun geçiş bölgesinde bulunan Afyonkarahisar, köprü mimarisi bakımından birçok örneği içerisinde barındırmaktadır. Tarihte yaşayan medeniyetler gelişmenin bir sonucu olarak, medeniyetin yansıması olan köprüleri inşa etmişlerdir. Bunların kimisi günümüze ulaşmış, kimisi çeşitli nedenlerle hasara uğramış veya yıkılmıştır. Bu kültür varlıklarının sorumlulukları Karayolları Genel Müdürlüğü, Vakıflar Genel Müdürlüğü, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Valilikler ve Belediyeler

bünyesinde farklı sahalarda ve farklı seviyelerde dağılmıştır. Bu durum tarihi taş köprülerin korunması, kontrol edilmesi ve kayıt edilmesi noktasında bazı belirsizlikleri meydana getirebilmektedir. Bundan dolayı bu tarihi yapıların geniş kapsamda kayıt altına alınması önemlidir.

Bu tez çalışmasında Afyonkarahisar il sınırları içerisinde bulunan ve tespit edilebilen tarihi taş köprüler birebir yerinde ölçülmek ve incelenmek suretiyle araştırılmıştır. Köprülerin mimari durumu yerinde ölçülerek belirlenmiş, köprüler üç boyutlu olarak modellenmiş, bu ham modeller çeşitli programlar yardımıyla işlenip gerçekçi çizimler elde edilmiştir. Bunun yanında farklı tarzlarda inşa edilmiş iki taş köprü sonlu elemanlar metodu ile modellenmiş ve statik analizleri gerçekleştirilmiştir. Tezin giriş bölümünün ardından gelen ikinci bölümünde taş köprülere ait literatür bilgileri verilirken, üçüncü bölümde materyal metot, dördüncü bölümde Afyonkarahisar tarihi taş köprülerine ait bulgular ve beşinci bölümde ise bu tez çalışmasına ait elde edilen sonuçlar sunulmuştur.

2. LİTERATÜR BİLGİLERİ

İnşaat Mühendisliğinde köprüler önemli bir çalışma konusunu ifade etmektedir. Bu konu içerisinde tarihi köprüler hem mühendisler hem mimarlar hem de restoratörler açısından ele alınan bir alt başlıktır. Tarihi taş köprülerle ilgili genel bilgiler ve yapılan bilimsel çalışmalar bu bölümde sunulmaktadır.

2.1 Köprülerin Genel Özellikleri

2.1.1 Köprülerin Yapısı

Köprülerin oluşmasında en yaygın ve en basit kullanılan uygulama kemerlerdir. Kemer köprülerin tercih edilmesinin en önemli nedeni hareketli yükler haricinde eğilmeye değil sadece basınç kuvvetlerini karşılamaya çalışmalarıdır. Bu köprülerde yapı malzemesi olarak taş, beton ve dökme çelik kullanılmaktadır. Basınç kuvvetlerini karşılayan bu malzemelerin çekme dayanımı oldukça zayıftır. Günümüzde tuğla, ahşap, alüminyum ve dövme çelikten yapılmış kemer köprüler de mevcuttur. Kemer köprü taş veya kayadan yapıldığı takdirde kemer formunu oluşturmaktan başka bir şeye ihtiyaç duyulmamaktadır. Taşların uygun biçimde kesilmesi, uygun açıların yakalanması ve taşların birleştirilmesi durumunda kusursuz ve uzun yıllar boyunca ayakta kalan köprüler inşa edilebilmektedir (İnt. Kyn.1).

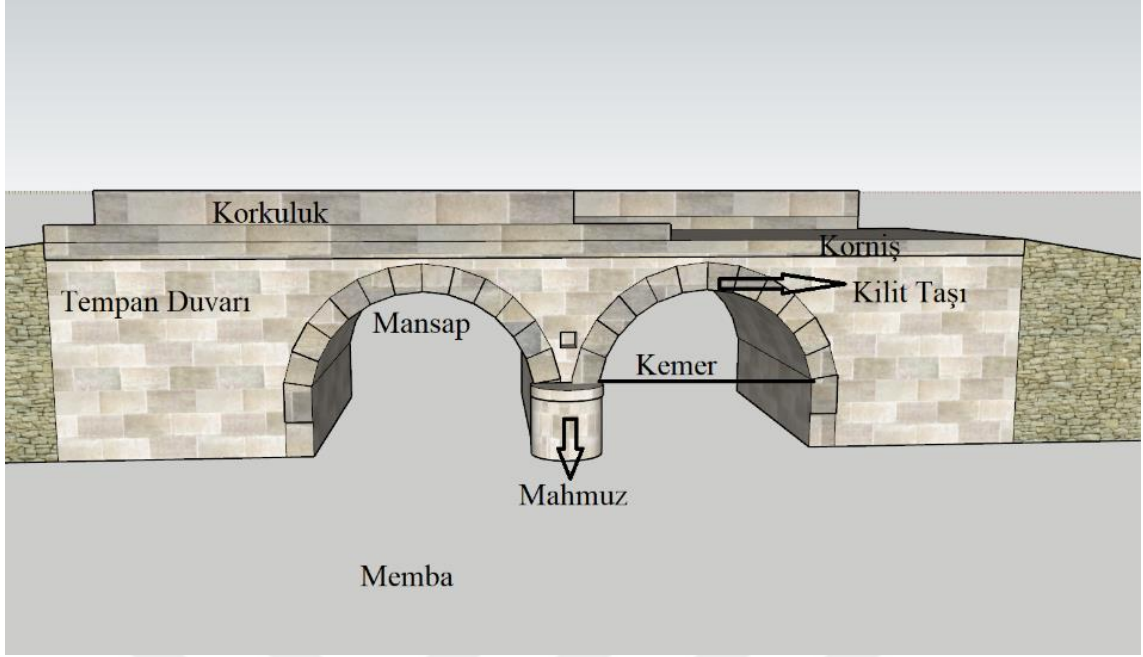
Kemer köprüler basınca çalışması için tasarlandığından özel bir eğrilige sahiptirler. Bu eğrilige zincir eğrisi denilmektedir. Bu eğri herhangi bir noktada tüm yüklerin tam denge içinde olmasıdır. Kemerlerin bu formları taşıt trafiği için uygun olmadığından dolayı genellikle üzerine oturtulan veya altına asılan düz bir tabliye ile birlikte kullanılmaktadır. Kemer Köprülerde elastik analiz yöntemi plastik analiz yöntemi ve analitik analiz yöntemi olmak üzere üç tip analiz yöntemi uygulanmaktadır (İnt. Kyn.1).

Kemerlerde çekmenin olmayışı basit kirişlere göre çok daha fazla açıklığın aşılabileceği ve çekme dayanımı olmayan malzemeler ile inşa edilebileceği anlamına gelmektedir. Bir kemer tamamen inşa edilmeden kendi başına taşıyıcı değildir. Kemer köprülerin

altından bir yol geçiyorsa, ideal yükseklik elde edebilmek için kemer yuvarlaklığı daha geniş olmaktadır.

2.1.2 Köprülerin Tarihçesi ve Bölümleri

İlk köprülerin Çin’de yapıldığı, oradan Hindistan’a yayıldığı tahmin edilmektedir. Kemerlerin arasına ayak yaparak daha uzun ve birden fazla açıklıklı köprü inşa edildiği gözlenmektedir. M.Ö. 4000’de Mezopotamya’da ve M.Ö. 3000 yıllarında Mısır’da ilk kemere benzer köprülere rastlanmaktadır. Kemer köprü sisteminde yükler kemerler tarafından alınır ve yönü değiştirilerek basınç kuvveti olarak kemer boyunca nakledilir ve köprü ayaklarında zemine verilir. O zamandan beri kemer köprü şekli klasik köprü tipi olarak kalmıştır ve günümüzde de geçerliliğini korumaktadır. Kemer tipi eski Mısırlılar tarafından bilinmekteyse de yapı sistemi olarak kullanılmamaktadır. Kilit taş olmadan kemer sistemi kendi kendini taşıyan bir yapı türü değildir. Taş köprüler, ekonomik ve dayanıklıdır. Orta ayaklı köprülerin yaygın olarak Çinliler ve Romalılar tarafından kullanıldığı gözlenmektedir. Romalıların yaptıkları köprülerin ilki ahşap olup, tarihi M.Ö. 621’e kadar uzandığı bilinmektedir. M.Ö. 200 civarında taş köprü örnekleri gözlenmektedir. Ahşap köprü inşa edilmeye de devam edilmektedir. Taş köprülerden günümüze kadar gelenler de mevcuttur (İnt. Kyn.2). İscehisar Köprüsü bu dönemde yapılmış olup hala kullanılabilir durumdadır. O dönem dairesel kemerler tipi kullanıldığı gözlenmektedir. Kemer sisteminde bir açıklığın çökmesi durumunda komşu açıklıklara zarar gelmemektedir. Bu dönemde özellikle nehir ortasında yapılan köprü ayaklarına önem gösterilmektedir. Orta bölümde yapılan ayakların inşası sırasında sağlam zemin buluncaya kadar suyun boşaltıldığı kazıklar çakıldığı ve ayakların daha sonra inşa edildiği gözlenmektedir. Ayrıca taş köprü birden fazla açıklığa sahip ise, suyun ayaklar üzerine uyguladığı itme gücünü en aza indirmek için ayakların mansap yüzüne mahmuzlar inşa edilmektedir. Kemerler, erken tarihli örneklerde sivri iken, Osmanlı devri örneklerinde daha çok yuvarlak kemer şeklindedir. Tarihi kemer köprülerin bölümleri ve açıklamaları Şekil 2.1’de gösterilmektedir.



Şekil 2.1 Tarihi taş köprünün bölümlerinin Emirdağ Başkonak Köprüsü'nde görünümü.

Kilit taşı: Eski Roma dönemindeki yapılardan günümüzdeki yapılara kadar kullanılmakta olan köprü ve kubbe gibi yapıların ortasında bulunan ağırlığı ve aynı zamanda dengeyi sağlayan basıncın zemine iletilmesinde etkili olan taşın verilen isimdir.

Selyaran (mahmuz, dalga kıran): suyun ayaklara çarparak köprüye zarar vermesini engellemek ve açıklıklara yönelmesini sağlamak için köprünün ayaklarının memba tarafına yapılan üçgen altıgen ve yuvarlak planlı masif taş bölümlerdir.

Korniş: Korkuluk ile kemer arasına yapılan, köprüyü yağmur sularından korumak için yapılan çıkıntılı silmedir.

Tempan Duvarı (kılıf duvarı): Köprünün taşıyıcı taş duvarlarına verilen isimdir.

Korkuluk: Düşme tehlikesi olan yerlere çekilen duvar veya parmaklığa verilen isimdir.

Memba: Köprülerin, barajların, bentlerin ve diğer tüm su yapılarının suyun geliş yönündeki yüzü, mansap yönünün zıddıdır.

Mansap: Köprülerin, barajların, bentlerin ve diğer tüm su yapılarının suyun gidiş yönündeki yüzü, memba yönünün zıddıdır.

Üzengi Taşı: Kemer örülürken kemerin kavisine göre ayaklar üzerinde konulan iş taşı verilen isimdir.

Tarihi Taş köprülerle ilgili birçok araştırma yapıldığı literatür incelendiğinde görülmektedir. Bu çalışmalar daha çok köprülerin mevcut durumları ve yapısal analizi üzerine yoğunlaşmıştır. Bu çalışmalardan önemli olan bazıları ve bu tez çalışmasının yürütülmesinde yol gösterici olanlar aşağıda ele alınmıştır.

Bir köprü tasarımının amacı, sahibi tarafından kabul edilebilir bir maliyetle, zarif ve tüm işlevsellik gereksinimlerini karşılayan güvenli bir köprü üretmektir. Başarılı bir köprü tasarımı doğal, basit, özgün ve çevresiyle uyumlu olmalıdır. Estetik, bir köprünün tasarımında ek bir husus değil, köprü tasarımının ayrılmaz bir parçasıdır. Kavramsal tasarım aşamasında hem yapısal konfigürasyon hem de köprünün estetiği bir arada ele alınmalıdır. Böyle bir görevi başarmak için, köprü tasarım mühendisinin yapısal teori ve köprü estetiğini iyi anlaması gerekmektedir (Tang 2018).

Witzany vd. (2008), yaptıkları çalışmada gerilimsiz yüklemenin etkisiyle taş yapısının bozulmasına bağlı olarak köprü yapısının çökme olasılığı problemi ile ilgilenmektedir. Aşırı taşkın dalgasının etkisi 14. yüzyıldaki Charles Köprüsü'nün tarihi taş köprü yapısının açıl dönme, çökme ve köprü iskelesinin temel tabanında kayması ile simüle edilen taşkın dalga etkisine verdiği yanıtın sayısal analizinin sonuçlarını sunmaktadır. Özellikle, 1967-1975 arasındaki son büyük revizyona dayanan taş köprü yapısına yapılan müdahalelere karşı köprü tempan duvarlarını birbirine bağlayan betonarme döşemenin (bağlantı plakası) etkisinin, sertliğin artmasını sağlaması tempan duvarları ve köprü kemerleri tonozlarına yapısal olarak verimli bağlantıları incelenmiştir. Yapılan sayısal analizler, bir taşkın dalgasının etkisine maruz kalan taş köprü yapısının yapısal sağlamlığı açısından uygulanan müdahalelerin olumsuz etkilerine işaret etmektedir.

Esaki and Jiang (1999), yaptığı bu çalışma tüften yapılmış 150 yıllık tarihi bir taş köprü'nün sorunlu ayrışması ile ilgilidir. Köprüde yapısal olarak önemli olan kemer taşının yıpranmış durumu; fiziksel, kimyasal ve mekanik yöntemlerle kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Bu çalışmanın sonucu olarak, kaya ayrışmasının bir sonraki çalışması için fiziksel ayrışma derecesi endeksi (PWD), kimyasal ayrışma derecesi endeksi (CWD) ve ilgili deneysel yöntemler önerilmektedir. PWD ve CWD endeksleri, yıpranmış kayalarda etkin gözeneklilik ve birleştirilmiş su içeriği ile temsil edilir. Kimyasal ve fiziksel ayrışmanın aynı zamanda kayaların mekanik özelliklerini de etkilediği göz önüne alındığında, kaya ayrışmasının kapsamlı çalışılmasını sağlamak için toplam bir ayrışma derecesi endeksi (TWD) önerilmektedir. Kemer taşının yüzeyinde, PWD, CWD ve TWD sırasıyla %7.35, 2.43 ve 6.12 dir. Fiziksel ayrışma, 5 cm derinlikte etkili bir gözeneklilik artışı ile karakterize edilmektedir. Kimyasal ayrışma hidrasyon ve oksidasyon işlemleriyle 10 cm derinlikte ayrışma nedeniyle kimyasal kil değişimi gözlenmemiş. Fiziksel ayrışma, köprü'nün 150 yıllık ayrışma geçmişindeki ana ayrışma modudur. Hem dinamik hem de statik mekanik özelliklerin toplam ayrışma derecesi ile doğrusal olarak azaldığı görülmüştür. Yüzeyde, dinamik elastik modül % 36; eklemlerin duvar kuvveti %17; ve normal sertlik %68. Bu çalışmanın devamı niteliğinde Jiang and Esaki (2001), yaptıkları çalışmada hava tahliyesinin köprülerin yapısal stabilitesini nasıl etkilediği, distinct element method (DEM) kullanılarak kantitatif olarak değerlendirilmektedir. Bu analiz yönteminin uygunluğu, sayısal analiz sonuçlarının yerinde yük test verileriyle karşılaştırılması yoluyla onaylanmaktadır. Analiz sonuçları, taş köprü'nün sağlamlığı göz önüne alındığında, kayma emniyet faktörü ve eksantrik emniyet faktörünün, basınç emniyet faktöründen daha önemli olduğunu göstermektedir. Başka bir deyişle, olası yıkılma türleri arasında kayma ve kemer blokları arasındaki açıklıklar bulunmaktadır. 150 yıllık hava koşullarında, kemer halkasındaki kesme gerilimi genellikle yaklaşık %20 artmaktadır. Eksantrik güvenlik faktörü yaklaşık %9, kayma güvenliği faktörü %20'ye düşmüştür. Bu değişikliklere rağmen, 150 yıllık hava koşullarından sonra taş köprüler hala iyi durumdadır.

Rafiee vd. (2008), hem yapısal hem de sismik kırılabilirliği değerlendirmek için bir duvar kemeri simüle etmiştir. Çalışmada düzgün olmayan temas dinamikleri (NSCD) hesaplama yöntemi kullanılmaktadır. Kemer modelinin destekleyici taban elemanına üç

boyutlu sinüzoidal salınımlar ve gerçek deprem verileri uygulanmaktadır. Bu çalışmanın temel amacı, tarihi takviye edilmemiş duvar (URM) yapılarının tipik bir bileşeni olan duvar kemerinin dinamik davranışını daha iyi anlamaktır. Bu çalışma ayrıca girdi parametrelerinin kemer yapısının mekanik ve dinamik davranışı üzerindeki etkilerini de değerlendirmektedir. Modelin kesin geometrisi, malzemelerin mekanik özellikleri ve çöktükten sonra yerinde anıtların gözlenmesi dikkate alınarak, gelişmiş sayısal analiz sonuçlarının karşılaştırılmasından önemli bilgiler elde edileceği düşünülmektedir.

Lubowiecka vd. (2011), bu makalede karmaşık bir geometriye ve bilinmeyen malzeme özelliklerine sahip bir duvar yapısını değerlendirmek için genel bir yöntem sunmaktadır. Bu multidisipliner yaklaşım, bir taş köprüyü analiz etmek için yakın mesafeli dijital fotogrametri, yer ölçüm sondası radarı (GPR) ve sonlu elemanlar analizini (FEM) birleştirmektedir. Fotogrametri ve radardan elde edilen bilgiler, daha sonra FEM kullanılarak köprünün davranışını simüle etmek için kullanılan bir 3D modeli tanımlamak için uygulanmaktadır. Köprünün iç kompozisyonunu sonlu elemanlarla modellemek için iki farklı yaklaşım sunulmaktadır. Yapısal hasarın nedenlerini incelemek için duyarlılık analizi uygulanmaktadır.

Milani and Lourenço (2012), taş köprülerinin statik olmayan doğrusal davranışı bir 3D FE sayısal kodu ile sayısal olarak analiz edilmektedir. Özellikle, eksantrik yüklere maruz kaldıklarında yapıların üç boyutlu davranışı, köprülerin gerçek 3D geometrisi ve dolgu maddesinin neden olduğu güçlendirici etki göz önünde bulundurulmalıdır. Kod ticari değildir ve burada çok fazla sayıda element ve farklı materyallerin varlığında ilk kez uygulanmaktadır. Mekanik özelliklerin bozulmasına neden olan, sert, yarı dirençli, sekiz düğümlü, paralel uçlu elemanlar ve doğrusal olmayan ara yüzler sayesinde yapının FE'nin ayrıklaştırılmasına dayanmaktadır. Köprünün her malzemesi (kemer, payandalar, iskeleler ve dolgu), farklı yapısal davranışlara ve mekanik özelliklere sahip ara yüzler kullanılarak uygun şekilde modellenmektedir. İki gerçek ölçekli taş köprü analiz edilmektedir. Bolton Institute, İngiltere'de başarısızlığa karşı deneysel olarak test edilen ve beş dairesel yay tarafından oluşturulan ve eksantrik bir yük ile yüklenen düz bir köprü olan, eğritilmiş tek açıklıklı bir yapı analiz edilmektedir. Sonuç olarak hem

2D hem de 3D limit analizleri, 3D yaklaşımının başarısızlıkta tepe yükleri ve deforme olmuş şekilleri yeniden üretmek için gerçek kabiliyetlerini tam olarak kavramamalı ve aynı zamanda, geometri ve yük eksantrikliği dikkate alınmamalıdır.

Ataei vd. (2016), kavisli taş kemer köprünün önemi ve uzun servis süresi ve 200'den 250 kN'a kadar olan izin verilen aks yüküne olan talep, yazarlar tarafından mevcut standart yükleme koşulları altında yapıyı tam olarak değerlendirmiştir. Bu araştırma süreci boyunca yapı, önceden belirlenmiş bir saha testinin elde edilen sonuçları kullanılarak yapılan model kalibrasyonunun eşlik ettiği sonlu elemanlar yönteminden yararlanılarak modellenmektedir. Saha testinden kaynaklanan dinamik etki faktörü göz önüne alındığında, dört plastik mafsal mekanizması ve hizmet verilebilirlik sınır durumu uygulanmaktadır. Sonuç olarak, köprünün nihai yeterlilik faktörleri kalibre edilmiş sonlu elemanlar modeli ve RING yazılımı ile sonuçlanmaktadır. Mevcut yükleme koşulu için köprünün servis kolaylığı ve 250 kN'a kadar daha yüksek olmasını sağlayan bir sonuca varılmıştır.

Conde vd. (2016), önerdiği hesaplama şemasının uygulanması için Girit adasındaki Kakodiki köyünde (Yunanistan) bulunan gerçek bir vaka incelemesi düşünmüştür. Yöntem köprünün hasarlı durumunu başlangıç noktası olarak kullanır ve gelişmesine neden olan potansiyel yükler aranmaktadır. Hasar tespiti, sayısal tahminler ve mevcut hasar düzeyi karşılaştırılarak incelenen parametreler tespit problemine dönüştürülmektedir. Yapının mekanik modelinin parametrelerinin, gerçek ve sayısal olarak tahmin edilen hasar modeli arasındaki farkları ölçen bir hata fonksiyonu olacak şekilde ayarlanmasını amaçlayan ters problem içerisinde genetik bir algoritma vasıtasıyla global bir optimizasyon yaklaşımı benimsenmiştir. Metodolojinin sonucu, geriye dönük önlemlerin tasarımının yanı sıra bakım eylemlerinin planlanması ile ilgili değerli bir bilgi sağlayabilmektedir.

Conde vd. (2017), İspany'nın kuzeybatısındaki Galiçya'da bulunan Vilanova Köprüsünde bir uygulama yapmışlardır. Bu çalışmada, tamamen lazer taraması, yer penetrasyon radarı, sonik testler ve ortam titreşim testini içeren tahribatsız test tekniklerine dayalı kapsamlı bir saha araştırması önerilmektedir. Doğru ve detaylı üç

boyutlu sonlu elemanlar modeli oluşturmak için gerekli tüm geometrik verileri sağlanmıştır. Modelin kalibrasyonu, daha sonra deneysel olarak elde edilen modal özelliklerle tutarsızlıkları en aza indiren bir optimizasyon algoritmasıyla kuplaj üzerinden gerçekleştirilmektedir. Köprünün yapısal analizi son aşamada ele alınmaktadır. Farklı yükleme senaryolarını ve duvar ve toprak malzeme özelliklerinin makul değişkenliğini içeren bir duyarlılık analizi yapılmaktadır. Sonuçlar, duvarın gerilme doğrusal olmayan özelliklerinin önemli etkisini, aynı zamanda dolgu malzemelerinin kemer köprüsü performansı üzerindeki oynadığı kilit rolü göstermektedir. Son olarak, üç boyutlu modelleme yaklaşımını benimsemenin avantajları da belirtilmektedir.

López vd. (2018), yaptıkları çalışmada, farklı formülasyonlar arasında karşılaştırma yaparak hem nihai yük kapasitesi hem de maksimum gerilimdeki artış oranını ve geri dönüş oranını analiz ederek daha derin bir iç görü kazandırmaya ve cevap vermeye çalışmaktadır. Ayrıca, farklı tipolojik olasılıklar arasında bir karşılaştırma yaparak ve Carrión havzasında (İspanya) gerçek yapı örnekleri kullanılarak çok açıklıklı bir kemer köprüsü analiz edilmektedir.

Aydin ve Özkaya (2017), yığma kemer köprülerinin çökme yüklerini tahmin etmede kullanılan mevcut yöntemleri inceleyip, tek kemerli köprülerin belirli yükler altında gösterdiği davranışların statik analiz yöntemi ile hesaplanmasına yönelik bir çalışma yapmıştır. Çalışma için kullanılan model ANSYS paket programında 3D oluşturulmuş ve analiz sonuçları bu program kullanılarak elde edilmektedir. Oluşturulan model, Ordu ilinde bulunan tarihi Sarpdere Köprüsü'nün orijinal boyutları kullanılarak elde edilmektedir. Elde edilen sonuçlar literatürdeki mevcut çalışmalara uygunluk gösterilmektedir. Ayrıca, sistemdeki farklı yerlere uygulanan köprü üzerindeki yüklerin etkileri incelenip ve uygulanan yükler altındaki tek açıklıklı duvar kemer köprülerinin davranışları değerlendirilmektedir. Kemer köprüsünün sol ve sağ tarafındaki dolgu ve yan duvarlar, yükü yaklaşık %10 oranında farklılaştırmaktadır.

Bergamo vd. (2015) 19. yüzyıl taş kemer köprüsü, yerinde test ederek başarısızlık analizi ve güçlendirme tasarımıındaki rolünü açıklayıcı örnek bir çalışma sunmuşlardır.

Optimize edilmiş yerinde test prosedürü önermek amacıyla her tekniğin avantajlarını bulmak için test sonuçları incelenmektedir. Standart statik penetrometre, yassı kriko, termografik ve georadar yerinde testleri yapılmaktadır. Trafik etkileri titreşim testleri ile analiz edilmektedir. Köprü yapılarındaki hasarı araştırmak için yapılan deneysel analiz, her bir teknik tarafından spesifik bilgilerin değerlendirilmesinde ve yapının küresel davranışının çoğaltılmasında sunulan güvenilirlik derecesini göstermektedir.

Meksika'nın bazı bölgelerinde, o günlerde uygulanan inşaat teknikleri ve malzemeleri nedeniyle önemli bir tarihi değeri olan otoyol ve demiryolu köprüleri bulunmaktadır. Önemlerine rağmen, yığma tarihi köprülerin kökenini ve sonunda başarısızlığa neden olacak durumları araştırmak için çok az çaba sarf edilmektedir. Bu çalışmanın temel amacı, yığma tarihi köprülerin dinamik özelliklerini tanımlamak, ikinci aşamada köprüler hasar durumunu karakterize etmek ve köprülerin yapısal bileşenlerinin doğru tanımlanmasını sağlayan sayısal modeller geliştirmek ve daha sonra tanımlamaktır. Bu tür yapıların hasar mekanizmaları, bir anketten elde edilen bilgilere dayanarak, bir ortam titreşim testi yapılmakta ve ölçülen sinyaller, üç köprünün dinamik özelliklerini tanımlamak için ARTEMIS yazılımı kullanılarak işlenmektedir (Olmos *et al.* 2017).

Pepi vd. (2017), Todi (Umbria, İtalya) bölgesindeki bir taş kemer köprüsü üzerinde devam eden bir araştırmanın ön sonuçlarını sunmaktadır. Antik köprünün yapısal performansını değerlendirmek amacıyla geometrik anket, dinamik test ve sayısal modelleme içeren multidisipliner bir yaklaşım sunulmaktadır. 3D sayısal bir model elde etmek ve çatlak düzenini haritalandırmak için İnsansız Hava Aracı tarafından sağlanan yüksek çözünürlüklü görüntülere dayalı fotogrametrik bir anket çalışması yapılmaktadır. Lazer vibrometre, radar interferometresi ve sismik ivme ölçerler kullanılarak ortam ve zorlanmış titreşim testleri yapılmaktadır. Deneysel veriler operasyonel modal analizlerle işlenip ve sonuçlar basitleştirilerek bir model tarafından verilen sayısal sonuçlarla karşılaştırılmaktadır.

Bu araştırmanın amacı karar verme için bir temel oluşturmaya yardımcı olmak üzere tasarlanıp ve örnek olay incelemesinin amacı, gelişmiş sistem bakımının tanıtılmasının ve tarihi Mehmed Paşa Sokoloviç Köprüsü'nün izlenmesinin önemini açıklamaktır

(Vujovic 2018).

Taşkın olayları sırasında ve sonrasında tarihi taş kemer köprülerinin kendine özgü sorunlarının ele alındığı çalışmada, bu tür köprülerin taşma yükü ve eyleme karşı kırılabilirliğine odaklanmaktadır. Yazarların bu tür yapılar ve literatürden bilinenler üzerinde yaşadıkları tipik hasar ve başarısızlıkları sunmaktadır. Sel sonrası iyileştirici çalışmaların uzun süreli izlenmesi de sunulmaktadır. Yapısal performans dışında, diğer tipik taşkın sonrası zararlar, tuzların taşınması ve çiçeklenme problemleri ve biyolojik saldırıların bazı spesifik özellikleri anlatılmakta ve analiz edilmektedir. Orta Avrupa'daki taşkınlardan zarar görmüş tarihi köprü örnekleri ve son zamanlarda olanlar örnek olarak verilmektedir. Ortaçağ ve barok köprüleri de bunları temsil etmektedirler. Son bölümde, makalede önleyici tedbirler, taşkın sırasında eylemler ve taşkın sonrası faaliyetler içeren taş kemer köprülerindeki taşkınlardan kaynaklanan olumsuz etkileri hafifleten stratejiler ve önlemler önermektedir (Drdácký and Slízková 2017).

Avrupa'nın en yüksek sismik alanı olan Batı Yunanistan'ın Cephalonia Adasındaki 750 m uzunluğundaki “De Bosset” köprüsü, 1830'da art arda taş kemerler ve sert blok tipi iskeleler ile inşa edilmiştir. Köprü, 1953'teki M7.2 şiddetindeki depremde ve geçmiş depremler sırasında yoğun hasar görmekte olup, ardından betonarme yapı ile kötü tasarlanmış yeniden yapılanma planları izlemektedir. 2005 yılında, Yunanistan Kültür Bakanlığı himayesinde “De Bosset” köprüsünün sismik değerlendirmesi ve restorasyonu için çok disiplinli bir proje yürütülmektedir. Toprağın iyileştirilmesi, yapısal sağlamlaştırılması ve bozulmuş duvar bölümlerinin yeniden inşasını birleştiren önerilen güçlendirme planı yakın zamanda sahada uygulanmaktadır. Rehabilitasyon önlemlerinin tasarımı ve müdahalelerin öncesi ve sonrası değerlendirmeler köprü'nün sismik tepkisi, temel toprağı ve yapısal malzeme özelliklerini sağlayan ayrıntılı yerinde ve laboratuvar testlerine dayandırılmaktadır. Sırasıyla 26 Ocak ve 3 Şubat 2014 tarihlerinde oluşan M6.1 ve M6.0 Cephalonia depremlerinin ardından, rehabilite edilen köprü'nün yerinde incelenmesi, herhangi bir hasar veya gözle görülür kusur olmadığını ortaya koymaktadır. Köprü iyileştirme işleminin etkinliği, yukarıdaki depremlerin neden olduğu kayıtlı yer hareketi altındaki köprü'nün ön performans analizi ile de kanıtlanmaktadır (Rovithis and Pitilakis 2016).

Ceylan (2013), yaptığı tez çalışmasında Karayolları 13. Bölge Müdürlüğü olarak tanımlanan; Antalya, Burdur ve Isparta İllerinin tamamını Afyon ve Muğla illerinin bir bölümünü kapsayan bölgede, tarihi köprüler üzerine kayda değer bir çalışma bulunmadığını belirtmiştir. Bu nedenle alanda bulunan tarihi köprülerin araştırılması, rölevellerinin alınarak belgelenmesi ve değerlendirilmesi büyük önem taşıdığını belirterek Antalya köprülerin hasar sebepleri, uygun onarım-koruma önerilerinin geliştirilmesi konularına odaklanmıştır.

Genç (2015), tarihi köprü restorasyon çalışmalarının köprülerin yapısal davranışına etkileri araştırılmaktadır. Bu amaçla, seçilen kemer köprünün restorasyon öncesi ve sonrası durumları için analizler yapılarak restorasyon etkilerinin incelenmesi amaçlanmaktadır. Bu tez kapsamında yapılan çalışmada tarihi köprülerin yapısal davranışına restorasyon çalışmalarının etkileri araştırılmaktadır. Bu amaçla, Osmanlı döneminden kalan ve restorasyon sürecinde bulunan tarihi Dandalaz Köprüsü örnek olarak seçilmiştir. Çalışmada öncelikle köprünün restorasyon öncesi ve sonrası durumlarına ait sonlu eleman modelleri ANSYS programı kullanılarak oluşturulmuştur. Daha sonra köprünün, restorasyon öncesi ve sonrası durumları için; kendi ağırlığı, hareketli ve deprem yükleri altında analizleri gerçekleştirilmiştir. Analizler doğrusal elastik olarak gerçekleştirilmiştir. Hareketli yük analizleri için 5KN/m² yayılı yük hesaba katılmaktadır. Deprem analizleri için Yarımcı İstasyonu'ndan alınan 1999 Kocaeli depremine ait ivme kaydı kullanılmıştır. Dandalaz Köprüsü'nün mevcut durumunun ağır hasarlı olmasından dolayı restorasyon öncesi analizlerde malzemelerin elastisite modülleri azaltılarak kullanılmıştır. Analizlerin sonunda köprüye ait yer değiştirme, şekil değiştirme, çekme ve basınç gerilmeleri değerleri kontor diyagramları yardımıyla elde edilmiştir. Sonuç olarak, elde edilen veriler ışığında, doğru şekilde yapılan restorasyon çalışmalarının köprülerin yapısal davranışını olumlu etkilediği belirtilmiştir.

Kurt (2016), çalışmasında tarihi taş kemer yığma köprünün ölçekli modellemesi yapmıştır. Ölçekli modellemenin analitik ve deneysel yöntemlerle sönüm oranları, mod şekilleri ve doğal frekansları elde etmiştir. Deneysel yöntemlerden elde edilen veriler

kullanılarak iyileştirilmiş olup sonlu eleman modeli hazırlanmıştır. Ölçekli modelin ANSYS Workbench yazılımı kullanılarak sonlu eleman modeli hazırlanıp köprünün dinamik karakteristikleri hesaplanmıştır. Deneysel yöntem Operasyonel Modal Analiz ile elde edilen modal parametreler temel kabul edilerek sonlu elemanlar modeli üzerinde iyileştirmeler yapılarak yapının gerçek davranışını sergileyebilecek en uygun sonlu eleman modeli elde edilmiştir. OMA yönteminin, karmaşık geometrik ve malzeme özelliklerine sahip olan tarihi yapıların modal parametrelerinin belirlenmesinde ve sonlu eleman model iyileştirilmesi işleminde güvenle kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Yılmaz (2016), tarihi köprülerin statik ve dinamik davranışlarına kemer açıklık ve yükseklik etkisinin sonlu eleman analizleri yardımıyla belirlenmesini amaçlamıştır. Bunun için Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yer alan Göderni Köprüsü uygulama olarak seçilmiş olup ANSYS programında oluşturulan sonlu eleman modelleri üzerinde statik ve dinamik analizler gerçekleştirilerek etkilerini incelemiştir. Tez çalışması kapsamında tarihi yığma köprülerin ana taşıyıcı elemanı olan kemerlerin, köprünün yapısal davranışını nasıl ve ne düzeyde etkilediği belirlenmiş olup, bu yönde yapılacak çalışmaların gerekliliği ortaya konmuştur.

Aytulun (2017), köprülerin deprem değerlendirmesini Sonlu Elemanlar Yöntemi kullanarak tamamlamaktadır. Köprülerin dinamik özellikleri Frekans Uzayında Ayırıştırma Metodu (FUAM) kullanılarak bulunmuştur. Köprülerin titreşim ölçümleri, köprülerin doğal halinde, köprülere etki ile yük yüklenmesi durumunda ve köprülerden tren geçişi sırasında alınmıştır. Bu ölçümler sonucunda tanımlanan yapıların modal özelliklerine bağlı olarak, köprü malzemelerinin gerçek elastisite modüllerini ve gerçek zemin özelliklerini elde etmek için kurulan modeller güncellenmektedir. Yapıların sismik performans değerlendirilmesi statik itme analizi ve zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz yöntemleri kullanılarak yapılmıştır. Bu çalışma için köprü modelleri ANSYS'de kurulmuştur. Daha sonra, itme analizi ve 11 adet doğrusal olmayan dinamik analiz sonuçları yapısal elemanlardaki stres dağılımları ve kontrol noktasının göstermiş olduğu maksimum deplasman bakımından karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, köprünün kapasitesinin daha çok kemer boyundan etkilendiğini göstermektedir.

Toker (2000), çalışmasında köprülerdeki kullanımına yönelik olarak, kemer formunun gelişimini anlatmaktadır. Kemerin, mimari açıdan karakteristik özellikleri açıklamış ve geleneksel analiz yöntemleri tarihi yapıların strüktür analizinde yetersiz kaldığı için, taş kemerlerin ve kemerli köprülerin davranışının, oldukça etkili bir yöntem olan sonlu elemanlar analizi ile açıklanmasını amaçlamıştır. Bu tez, iki farklı kemer formunu bu metotla inceleyerek, taş kemerlerin yük taşıma mekanizmasını göstermektedir. Tarihi taş kemerli köprülerin kendi ağırlıkları ve deprem kuvvetleri altındaki davranışları sonlu elemanlar metodu ile tartışılmaktadır.

Özer (2006), Mekanizma Metoduna yoğunlaşmaktadır. Tezin ilk kısmında, taş kemerli köprülerin taşıma kapasitesini hesaplayan bir algoritma ve neticesindeki bilgisayar programı geliştirmektedir. Taş kemerli köprülerin yıkılma mekanizması 4 plastik mafsallardan oluşumundan kaynaklanmaktadır. Geliştirilen program tüm mafsallardan oluşum kümelerini inceleyip, yıkıma neden olabilecek en kritik kümeyi seçmektedir. Çalışmanın ikinci kısmı ise geliştirilen bilgisayar programıyla yapılan boyutsuz analizi içermektedir. Herhangi bir metot kullanmadan, mevcut köprülerin taşıma kapasitelerini pratik bir şekilde tahmin edebilen bir yöntem geliştirilmesi amaçlanmaktadır. İleri sürülen yöntem, mevcut köprünün boyutsuz geometrik özellikleriyle birlikte önceden deneylerle incelenmiş olan köprülerin geometrik özelliklerini ve taşıma kapasitelerini kullanmaktadır. Bu yöntem, farazi ve deneysel veriler yardımıyla doğrulanmıştır.

Demir (2016), sonlu elemanlar yöntemi ile makro modelleme yaklaşımı kullanılarak Artuklu ve Osmanlı dönemlerine ait; açıklık, yükseklik ve uzunluk gibi farklı geometrik özelliklere sahip Dicle (On Gözlu) köprüsü, Malabadi köprüsü, Papaz köprüsü ve Sinanlı-Alpullu köprüsü modellenmektedir. Çalışmada farklı boyutlarda ağ örgüsü ile tasarlanmış köprü modellerinin sonuçlar üzerindeki etkisini anlamayı, köprü geometrik özelliklerinin köprülerin kapasitesi üzerindeki etkisini anlamayı, ve doğrusal olmayan analiz yöntemlerinden gerçekçi olan yaklaşımı belirlemeyi hedeflemektedir.

Çoruhlu (2017), Sonlu Eleman Yöntemi kullanılarak tarihi taş kemer köprülerin doğal frekansları ile statik ve dinamik yükler altındaki davranışına ait yer değiştirme ve

gerilme hesabı için formüller geliştirilmeye çalışılmıştır. Uygulama olarak Doğu Karadeniz Bölgesi'nde bulunan farklı geometrik özelliklere sahip otuz adet tarihi taş kemer köprü seçmiş ve köprülerin oluşturulan sonlu eleman modelleri üzerinde modal analizden elde edilen doğal titreşim frekansları ile mod şekilleri, statik ve dinamik analizlerden elde edilen en büyük yer değiştirmeler ile çekme ve basınç gerilmeleri sunulmaktadır. Geometrik boyutlara bağlı olarak frekans, yer değiştirme ve gerilme değerlerinin hesabı için birer formül ortaya konmuş ve önerilen formüllerin köprülerin frekans, yer değiştirme ve gerilme değerlerinin tahmininde gerçeğe oldukça yakın sonuçlara ulaşmıştır.



3. MATERYAL ve METOT

Tarihi taş köprülerin araştırıldığı bu tez çalışmasında bölge olarak Afyonkarahisar seçilmiştir. Bu bölgede bulunan köprülerin mimari ve yapısal açıdan araştırılması ve kayıt altına alınması amaçlanmıştır. Araştırmanın yürütülmüş olduğu bölge ile ilgili bilgiler bu bölümde verilmiştir. Köprülerin belirlenmesinde, konumlarının tayininde, bu konumlarda yapılan krokilendirme çalışmaları ve elde edilen bilgiler ışığında yapılan tasarım ve analiz işlemleri de yine bu bölümde açıklanmıştır. Çalışmada Afyonkarahisar bölgesinde 45 tane tarihi taş köprü belirlenmiş, bunlardan hala mevcut bulunan 33 tanesi incelenmiş, yıkılmış veya tespit edilememiş 12 tanesi hakkında ise elde edilen bilgiler sunulmuştur. İncelenen köprülerden tescili bulunan, restorasyon çalışmaları ile birlikte köprünün öncesi ve sonrasına dair bilgiler bulunan, biri ayakları su içerisinde olmayan tek açıklıklı diğeri ise su içerisinde de ayakları bulunan üç açıklıklı iki farklı köprü de düşey yükler etkisi altında incelenmiştir.

3.1 Afyonkarahisar'ın Tarihi

Tarihi taş köprü varlıklarının incelendiği Afyonkarahisar ili Türkiye'nin Ege Bölgesi'nde, İç Batı Anadolu Bölümü'nde yer almaktadır. Bölgenin dört bir yanında ilkçağ uygarlıklarından itibaren birçok topluluğun inşa ettiği tarihi eserler bulunmaktadır. Afyonkarahisar, Türkiye'nin coğrafi bölgelerinden üçü üzerinde (Ege, Akdeniz, İç Anadolu) yayılan bir ildir. Önemli merkezleri birbirine bağlayan kara ve demiryolları Afyonkarahisar'dan geçmektedir. Bu özellikleri sebebiyle Afyonkarahisar, yolların kesiştiği, bölgelerin birbirine bağlandığı bir merkez konumundadır. Afyonkarahisar ilinin 17 adet ilçesi bulunmaktadır.

Afyonkarahisar ilinin bulunduğu topraklar ilk Hitit İmparatorluğu sınırları içinde görülmektedir. Afyonkarahisar kalesini yapan Hitit imparatoru Mürsil'dir. Hititlerden sonra Frikler Afyonkarahisar'a sahip olmaktadır. Frikyalıların bu şehre Sineda ismini verdiği bilinmektedir. Frikyalılarından sonra Lidyalılar bu bölgeyi ele geçirmiştir. M.Ö. 6 yüzyılda bölge Perslerin eline geçmiştir. Şehir M.S. 4. yüzyılda Makedonya Kralı Büyük İskender'in istilasına uğramıştır. Büyük İskender ile Makedonya İmparatorluğuna katılan topraklar, onun ölümünden sonra parçalanmıştır.

Afyonkarahisar M.S. 2. yüzyılda Bergama Krallığı ile birlikte Roma İmparatorluğu'na dahil olmuştur. Daha sonra Afyonkarahisar topraklarında Selevkos ve Bergama Krallığı hüküm sürmüştür. Roma İmparatoru I.Konstantin zamanında, yöre Roma'ya bağlanmıştır. Roma'nın ikiye ayrılmasından sonra bölge Bizans'ın egemenliğine girmiştir. Afyonkarahisar'a Bizanslılar yüksek kale manasına gelen Akronium (Akroenos) demektedirler. Selçuklu Sultanı Alaeddin Keykubat, Afyonkarahisar şehrini almış ve imar etmiştir. 13. yüzyılın sonlarına doğru Afyonkarahisar, Türk beylikleri arasında güçlü bir durumda bulunan Germiyanogulları'nın buyruğuna girmiştir. Yıldırım Beyazıt'ın 1390 yılında Osmanlı topraklarına kattığı Afyonkarahisar, O'nun 1402'de Timur'a yenilmesinden sonra yeniden Germiyanogullarına verilmiştir. Germiyanoglu 2. Yakup'un ölümünden sonrada, bu beyliğin tüm topraklarıyla birlikte Afyonkarahisar da Osmanlılara katılmıştır.

1914'te bağımsız sancak olan Afyonkarahisar, Cumhuriyet devrinde Afyonkarahisar ismiyle il olmuştur. 28 Mart 1921'de şehri Yunanlılar işgal etmiştir. Sonra 7 Nisan 1921'de geri çekilip 13 Temmuz 1921'de yeniden şehir işgal edilmiştir. Türk İstiklal Harbinin dönüm noktası olan Başkomutanlık Meydan Savaşı, Afyonkarahisar'da cereyan ettiği bilinmektedir. 27 Ağustos 1922'de, Afyonkarahisar yeniden hakiki sahipleri olan Türklerin eline geçmiştir. Yunanlılar 1 sene 25 gün süren işgallerinde Afyonkarahisar'ı aşırı derecede tahrip etmiştir. Büyük Taarruzun en büyük savaşları Afyonkarahisar ve Kütahya illerinin sınırlarında yapılmıştır. Mustafa Kemal'in yönettiği, Kocatepe Savaşı olarak bilinen ve Türk ordularına zaferi müjdeleyen, ünlü savaş da Afyonkarahisar ili sınırları içinde gerçekleşmiştir. Türklerin 1. ordusuyla 2. ordusu arasında sıkıştırılan düşman birlikleri burada yok edildiler. Bu nedenle Afyonkarahisar, Kurtuluş Savaşının simgesi olmuş kentlerden biridir (İnt. Kyn.3).

3.2 Afyonkarahisar'ın Su Kaynakları

Afyonkarahisar tarihi taş köprülerinin birçoğunun inşa edilme sebebi olan 44 adet akarsuyun koordinatları ve isimleri Çizelge 3.1 de verilmiştir. Afyonkarahisar'ın akarsuları ilkbaharda eriyen kar ve yağmur sularıyla bol suya kavuşur, ancak yazları cıızlaşıp kurumaktadır. Afyonkarahisar'ın bu akarsuları Karakuyu Gölü, Eber Gölü, Karamık Gölü, Akşehir Gölü, Acı Göl ve Emre Gölüne dökülmektedir. Bölgenin bu

özelliğinden dolayı akarsuların üstünde bol miktarda köprü inşa edilmiş durumdadır. Bu tez kapsamında aşağıda belirtilen akarsular üzerindeki köprüler incelenmiştir (İnt. Kyn.4).

Çizelge 3.1 Afyonkarahisar bölgesi akarsu kaynakları

.Akarsu İsmi	Koordinatları
Akarçay	38° 39' 54" Kuzey ile 31° 5' 33" Doğu
Aksu Deresi	38° 46' 0" Kuzey ile 30° 34' 0" Doğu
Alışır Deresi	39° 1' 9" Kuzey ile 31° 25' 47" Doğu
Avdan Deresi	38° 31' 41" Kuzey ile 30° 31' 9" Doğu
Avşar Deresi	38° 50' 11" Kuzey ile 30° 46' 25" Doğu
Bahçe Deresi	38° 12' 0" Kuzey ile 30° 23' 59" Doğu
Başören Deresi	38° 29' 16" Kuzey ile 30° 36' 6" Doğu
Bel Deresi	38° 44' 37" Kuzey ile 30° 18' 35" Doğu
Binin Deresi	38° 31' 59" Kuzey ile 30° 31' 59" Doğu
Böğürtlen Deresi	38° 49' 11" Kuzey ile 30° 12' 6" Doğu
Çalboğazı Deresi	38° 59' 3" Kuzey ile 30° 56' 39" Doğu
Çamlık Deresi	38° 31' 29" Kuzey ile 30° 13' 17" Doğu
Çay Deresi	38° 37' 22" Kuzey ile 31° 4' 24" Doğu
Çayıçi Deresi	38° 37' 38" Kuzey ile 30° 18' 53" Doğu
Çayırbaşı Deresi	39° 1' 10" Kuzey ile 30° 35' 13" Doğu
Çayırlar Deresi	38° 59' 41" Kuzey ile 31° 6' 12" Doğu
Çayırlık Deresi	39° 4' 0" Kuzey ile 31° 15' 0" Doğu
Çayırözü Deresi	38° 59' 13" Kuzey ile 30° 19' 53" Doğu
Çukurkuyu Deresi	39° 4' 2" Kuzey ile 30° 59' 42" Doğu
Değirmen Dere	38° 46' 24" Kuzey ile 31° 1' 54" Doğu
Değirmen Deresi	38° 58' 12" Kuzey ile 30° 30' 57" Doğu
Eber Akarı	38° 34' 44" Kuzey ile 31° 17' 27" Doğu
Hamam Çayı	38° 29' 33" Kuzey ile 30° 5' 50" Doğu
İçbağ Deresi	38° 56' 6" Kuzey ile 31° 35' 5" Doğu
İlgın Deresi	38° 31' 23" Kuzey ile 30° 4' 54" Doğu
İşilli Çayı	38° 25' 28" Kuzey ile 30° 6' 2" Doğu

Çizelge 3.1 (Devamı) Afyonkarahisar bölgesi akarsu kaynakları.

Akarsu İsmi	Koordinatları
Kali Çay	38° 39' 33" Kuzey ile 30° 57' 19" Doğu
Kapı Dere	38° 29' 52" Kuzey ile 31° 16' 45" Doğu
Kaplan Deresi	38° 52' 52" Kuzey ile 30° 31' 20" Doğu
Karadirek Deresi	38° 34' 59" Kuzey ile 30° 13' 0" Doğu
Karanlık Dere	38° 13' 0" Kuzey ile 30° 1' 0" Doğu
Kestel Çayı	38° 23' 4" Kuzey ile 30° 4' 35" Doğu
Killik Deresi	38° 37' 23" Kuzey ile 31° 22' 12" Doğu
Kocaöz Deresi	38° 42' 0" Kuzey ile 30° 52' 0" Doğu
Kumalar Çay	38° 8' 23" Kuzey ile 30° 12' 22" Doğu
Kuru Dere	38° 43' 57" Kuzey ile 30° 14' 54" Doğu
Orta Dere	38° 40' 35" Kuzey ile 30° 1' 18" Doğu
Pınarcık Deresi	38° 59' 43" Kuzey ile 31° 21' 9" Doğu
Sarıkaya Deresi	38° 57' 51" Kuzey ile 31° 25' 59" Doğu
Sel Çayı	38° 27' 10" Kuzey ile 30° 10' 18" Doğu
Seyitler Deresi	38° 40' 59" Kuzey ile 30° 46' 0" Doğu
Şuhut Çayı	38° 27' 1" Kuzey ile 30° 39' 43" Doğu
Yakaağıl Deresi	39° 2' 12" Kuzey ile 30° 53' 28" Doğu
Zinar Deresi	37° 52' 0" Kuzey ile 29° 48' 0" Doğu

3.2 Metot

Afyonkarahisar da bulunan tarihi taş köprüler belirlenirken bilinenden bilinmeyene doğru sorgulama yöntemi kullanılmıştır. Buna göre Karayolları Genel Müdürlüğü, Tarihi Yapılar Daire Başkanlığından geniş bir bilgi kaynağına ulaşılmıştır. Bu bilgiler merkez belediye ve müze müdürlüğü kayıtları ile desteklenmiş ve köprüler hakkında bazı ilave bilgiler ve farklı köprüler bilgi havuzuna eklenmiştir. Bu aşamanın ardından elde edilen köprü bilgileri içerisinde sadece bölgesel tariflerin bulunması ve köprü koordinatlarının bulunmaması, köprülerin belirlenmesi noktasında Afyonkarahisar'ın yerli halkı ile iletişime geçilmesini zorunlu kılmıştır. Köprülerin yerleri ve özellikleri bölgenin yaşayanlarına, yaşlılarına, çobanlara, muhtarlara sorularak araştırılmış, bölgede bulunan farklı köprüler olup olmadığı sorgulanmıştır. Hızlı kentleşme,

köprülerin atmosferik etkilere açık olması, farklı kurumlarda bulunan farklı köprü bilgileri, halkın tarihi yapılara karşı ilgisizliği ve bilinçsizliği kayıtların güncel kalması noktasında olumsuz etkiler yapmıştır. Dolayısıyla elde edilen envanter bilgilerinin yanında köprülerin konumunun saptanması ve yerinde ölçümlerin alınması hem bir zorunluluk hem de bu çalışmanın amaçlarından biri haline gelmiştir.

Bu çalışmada köprülerin isimlerinin belirlenmesinin ardından köprülerin bulunduğu adresler araştırılmıştır. Her köprü tek tek yerinde ölçüsü alınıp, fotoğrafları çekilip, kroki çalışması yapılmış, köprü etrafında bulunan su ve balçık gibi ölçü alınmasına engel olunan durumlarda basit fotogrametrik yöntemler kullanılarak ölçeklendirme yoluyla boyutlar belirlenmiştir. Bu ölçümler röleve çalışmasına dönüştürülmüştür.

Rölövesi çizilecek bir yapının ölçülerini yazmak için kabaca çizilmiş plan ve görüşlerine kroki denir. Kroki çizerken bazı noktalara dikkat edilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada olduğu gibi köprü uzunluğunun fazla, çok fazla sayıda ve farklı boyutlarda kemere sahip bir köprünün krokisi çıkartılırken önce genel plan bir A4'e sığacak ölçüde çizilir ve bu plan üzerinden diğer bölümlerin numaralandırılması yapılarak daha sonra her bölümün numarası ile kemer krokileri ayrı ayrı çizilmiştir. Belirli bir disiplin içinde yapılmayan kroki ve ölçümleme, rölövenin çizimini zorlaştırmaktadır. Bu durumda yapının bulunduğu yere giderek ölçümün tekrar yapılması gerektirmektedir. Bundan dolayı ölçüm işlemleri ve çizimler dikkatli bir şekilde yapılmıştır (İnt. Kyn.5, İnt. Kyn.6, İnt. Kyn.7).

Yerinde ölçümün mümkün olmadığı durumlarda kullanılan fotogrametri tekniğinde ölçülmek istenen nesnenin ve yakın çevresinin ya da arazinin fotoğrafları çekilmektedir. Bunların fotoğraf üzerindeki görüntüleri ölçülerek istenen bilgiler sağlanmıştır.

Köprülerle ilgili envanter çalışmaları esnasında elde edilen fotoğrafların tarihlerindeki belirsizlik ve fotoğraf çekim tekniği açısından mimari bilgileri yeterince sunamaması yapılan bu çalışmada fotoğraf çekim tekniğine dikkat edilmesi ve bu fotoğraflar üzerinde özellikle tarih bilgilerinin bulunması gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Çalışma sırasında çekilen fotoğraflar çalışmanın bulgular başlığı altında sunulmuştur. Bu

fotoğraflar köprü etrafındaki durumu, köprünün mimari yapısını, varsa hasar durumunu ve görünen kalitesini sunacak şekilde çekilmiştir.

Köprü konumlarının bulunmasında yaşanan zorluklar ve bu tez çalışmasından elde edilecek kazanımlardan biri olarak görülen köprülerin coğrafi konum bilgileri ele alınan ve özel gösterilen bir diğer nokta olmuştur. Ölçüm maksadıyla gidilen köprülerin GPS konumları belirlenmiş ve bu konumlar haritalar üzerine işlenerek bulgular başlığı altında sunulmuştur.

Sahadan elde edilen bilgiler ışığında yapının modellenmesi için rölöve çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Fransızca bir kelime olan rölöve, bir yapının, kent dokusunun veya arkeolojik kalıntıların yakından incelenmesi, belgelenmesi, mimarlık tarihi açısından değerlendirilmesi ve restorasyon projeleri hazırlanabilmesi için, yapının taşıyıcı sistemi ile yapı malzemelerine ait mevcut durumunun ölçekli çizimlerle anlatımıdır. Rölöve yapılırken lazermetre, nivo, mira, şeritmetre ve fotoğraf makinası gibi ekipmanlarla kullanılmıştır. Bu çalışmada iki boyutlu geleneksel rölöve çizimlerinden ziyade, yapı tipinin daha iyi anlaşılabilmesi ve görseelliğin daha kuvvetli olabilmesi için üç boyutlu tasarımlar gerçekleştirilmiştir.

Köprülerin üç boyutlu modellemesinde çeşitli paket programlar kullanılmıştır. Mimarların ve mühendislerin ortaya koymuş oldukları eserleri görselleştirmede sıklıkla kullanılan bu programlar uygun kaplama, ışık ve render yöntemleri ile gerçeğe yakın görüntü elde etmede oldukça başarılıdır. Katı modelleme olarak adlandırılan tasarım yönteminde malzeme özellikleri programlar yardımıyla tanımlanabilirken bu görselleştirme yöntemlerinde sadece dış kabuk bir kaplama ile ifade edilmektedir. Dolayısıyla mühendislik açısından bir yapının değerlendirilmesinde sadece üç boyutlu görselleştirme yöntemleri ve programları yetersiz olmakta bunun yanında yapısal analizlerin gerçekleştirilebilmesi için farklı programlarında kullanılması gerekmektedir. Bu maksatla bu çalışmada tarihi taş köprülerin değerlendirilmesinde hedeflenen son aşama olarak yapısal analizin gerçekleştirilebilmesi için sonlu elemanlar modeli oluşturulmuştur. Tarihi yığma yapıların taşıyıcı sistemlerindeki farklılık ve mimari detayların modellere yansıtılabilmesi için katı modeller oluşturulmuş ve oluşturulan

modeller yine bir paket program yardımıyla çözülmüştür.

3.3. Sonlu Elemanlar Modelinin Oluşturulması

Düşey yükler etkisi altında tarihi taş köprülerde meydana gelen değişimlerin sonlu elemanlar metoduyla değerlendirilebilmesi için Afyonkarahisar bölgesinde tespit edilen 33 tane köprü arasından tescili bulunan ve restorasyon geçirmiş köprüler arasından biri ayakları su içerisinde olmayan tek açıklıklı İscehisar (Koca) Köprüsü, diğeri ise su içerisinde de ayakları bulunan üç açıklıklı Balmahmut Köprüsü üç boyutlu katı model olarak modellenmiştir. Modeller oluşturulurken makro modelleme yaklaşımı tercih edilmiştir.

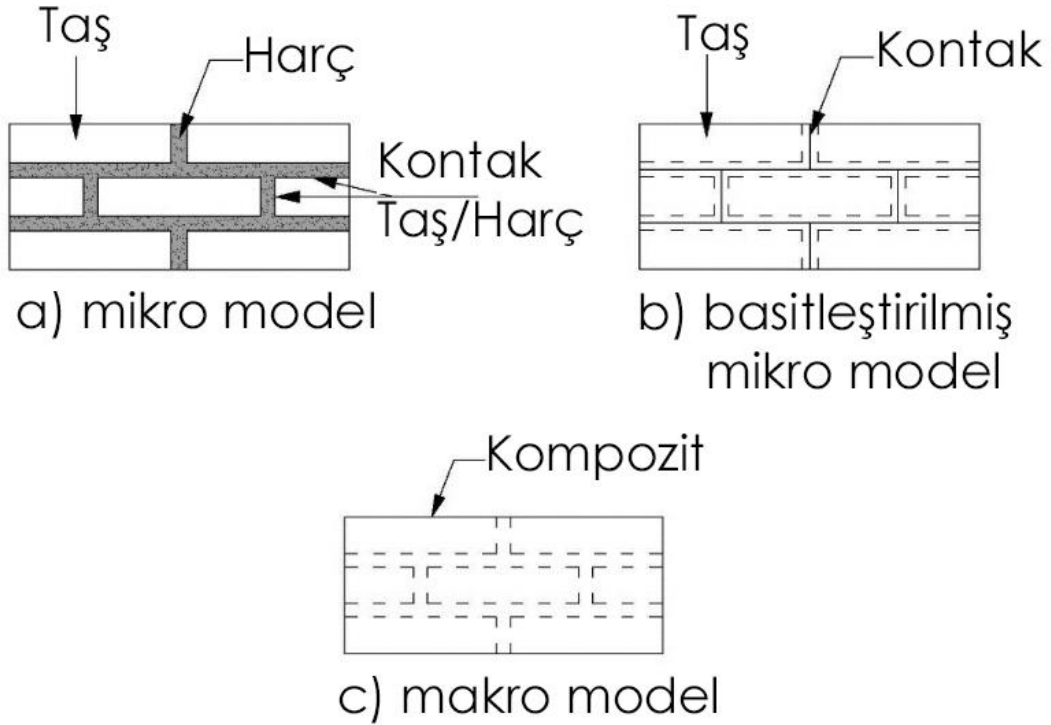
Tarihi taş köprülerin ve kemerlerin analizi yapılırken sayısal tahminlerin doğruluğu sadece kemer geometrisinin tanımlanmasına değil aynı zamanda duvarın doğrusal olmayan davranışını temsil etmek için kullanılan malzeme modeline de bağlıdır. Şimdiye kadar yığma yapıların doğrusal olmayan davranışlarını belirlemek için çeşitli modellemeler geliştirilmiştir. Bunlar esas olarak duvar ve farklı temsil ölçekleri için geliştirilmiş mikro ve makro ölçekli yaklaşımları ifade eder. En detaylı ve doğru modellemeler mikro modelleme olarak adlandırılan, duvar malzemesini harcı ve bunlar arasındaki kontak elemanı ayrı ayrı temsil eden modeldir. Sadeleştirilmiş daha verimli bir model ise harcı ve duvarı kısmen dikkate alan ve kontak noktasını ayrıca tanımlamayan modellerdir. Son olarak makro ölçekli stratejiye göre duvar homojen ve izotropik bir malzeme olarak kabul edilir ve malzemenin doğrusal olmayan durumunu temsil etmek için sadece bir plastiklik veya hasara dayalı modellere sahip süreklilik ifade eden bir tasarımı mevcuttur. Bu son model köprülerin gelişmiş sayısal simülasyonları için en çok kullanılan yaklaşım olmuştur (Şekil 3.1). Bununla birlikte bu yaklaşım duvar anizotropisinin temsil edilmesine ve kritik hata modlarının doğru gösterilmesine izin vermez (Zhang 2015).

Modelin oluşturulmasında bu tarihi yapılar üzerinde malzeme değerleri yapılmamış restorasyon ve tescil kayıtları üzerinden kullanılan malzemeler hakkında bilgi edinilmiştir. Bu bilgiler ışığında ve literatürdeki malzeme özellikleri bilgilerinden faydalanılarak Çizelge 3.2’de verilen malzeme özellikleri kullanılmıştır (Onat and Yön

2018).

Çizelge 3.2 Köprü malzeme özellikleri.

Köprü Elemanı	Birim Hacim Ağırlığı (kg/m ³)	Elastisite Modülü (Pa)	Poisson Oranı
Dolgu Malzemesi	1800	6E+9	0.2
Tempan Duvar	2000	5E+10	0.2
Temel	2000	5E+10	0.2



Şekil 3.1 Duvarlar için modelleme yaklaşımları (Zhang 2015).

Düsey yükler etkisi altında modellenen köprülerde iki yük durumu tanımlanmıştır. Birincisi yer çekiminden kaynaklı, malzemelerin birim hacim ağırlıklarına bağlı yükler. İkincisi Karayolları Trafik Yönetmeliği (1997) 128. Maddeye göre azami ağırlık olarak tek dingilde tahrikli en çok değer olan 11.5 ton değeri alınmıştır. Analizler Ansys paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir (ANSYS 2019).

4. BULGULAR

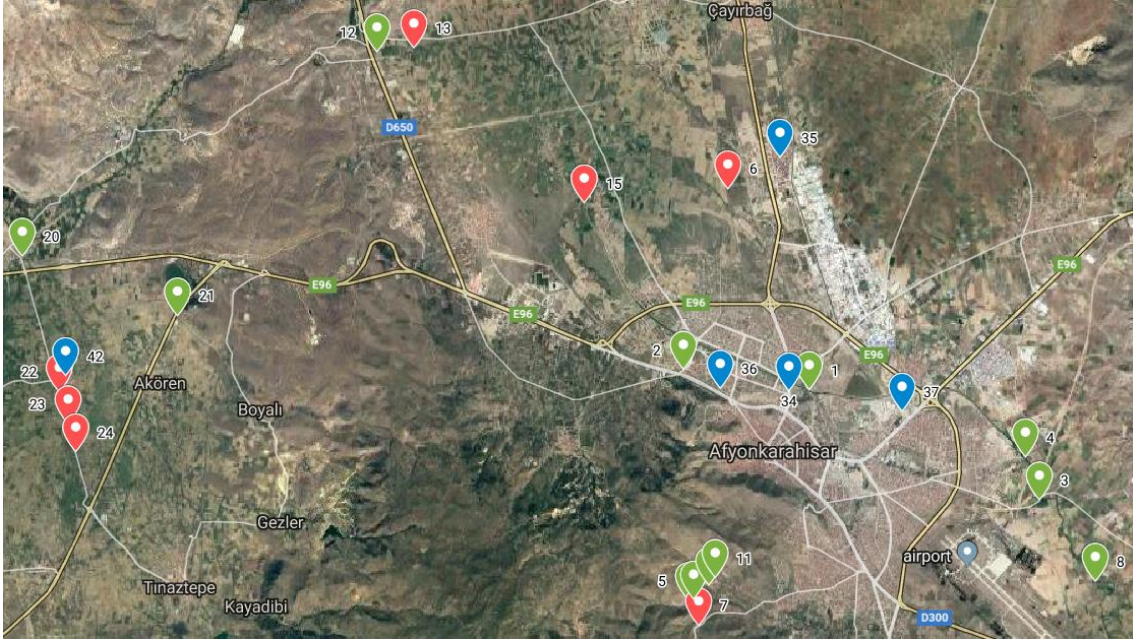
Afyonkarahisar ilinde bulunan tarihi taş köprülerin araştırıldığı bu tez çalışmasında Afyonkarahisar Merkezindeki ve İlçelerindeki köprüler tek tek ele alınmış, mevcut olan köprülerin ölçüsü alınmış, modellenmiş ve seçilen köprüler sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak düşey yükler etkisi altında değerlendirilmiştir. Çalışmanın ilk aşamasında, köprülerin belirlenmesi amacıyla KGM, Afyonkarahisar ve İlçe Belediyeleri, Afyonkarahisar Müzesi, Afyonkarahisar Kültür Müdürlüğü ve yerli halkın bilgilerinden yararlanılmıştır. Bu aşamada bazı köprülerin Tescil Belgesinin ve envanter kaydının bulunduğu ancak günümüzde yıkılmış olduğu bilgisi elde edilmiştir. Mevcut olan köprülerin genel özellikleri dikkate alınarak; yerinde ölçümler gerçekleştirilmiş, mimari açıdan fotoğraflandırılmış, çeşitli paket programlar yardımıyla üç boyutlu olarak modellenmiştir. Mevcut konumunda ölçümü yapılan köprülere ait GPS koordinatları haritalar üzerine işlenmiştir. Tescili bulunan, restorasyon geçirmiş, farklı mimari ve yapısal özelliklere sahip iki köprü katı modelleme yaklaşımıyla üç boyutlu olarak modellenmiş ve bir paket programı yardımıyla, sonlu elemanlar yöntemiyle, düşey yükler etkisi altında çözümlenmiştir.



Şekil 4.1 Afyonkarahisar üzerindeki köprülerin Türkiye haritasındaki koordinatlarının harita görünümü.

Bu süreç sırasında yıkılmış olan veya konumu tespit edilememiş olan köprüler bu tez çalışmasında elde edilen envanter ve literatür bilgilerinden faydalanılarak genel

ele alınmış ve toplam 9 köprü Çizelge 4.4’de gösterilmiştir. Bu çizelgelerde köprülere ait isim ve adresler, ait olduğu dönem, kemer sayısı, bu kemerlerden en büyük açıklık ölçüsü, köprünün uzunluğu, köprünün genişliği, tescil bilgileri ve restorasyon durumları verilmiştir. Bu bilgilerin bir kısmı envanter araştırmasıyla bir kısmı literatür çalışmalarıyla bir kısmı ise yerinde yapılan incelemeler ile belirlenmiştir.



Şekil 4.3 Afyonkarahisar merkezdeki köprülerin koordinatlarının uydu görünümü.

Çizelge 4.1 incelendiğinde Afyonkarahisar il merkezinde bulunan 15 köprünün büyük bir çoğunluğu Osmanlı dönemine aittir. Bu köprülerden 2 tanesi 6 kemer sayısına sahipken, 3 tanesi 3 kemer sayısına sahiptir. Merkezdeki diğer köprüler ise tek ve 2 gözlüdür.

Çizelge 4.1 Afyonkarahisar merkezindeki mevcut tarihi taş köprülerin genel özellikleri.

Köprü Adı ve Adresi	Dönemi	Kemer Sayısı	Kemer Açıklığı (m)	Uzunluk (m)	Genişlik (m)	Tescil Tarih/ Sayı	Restore Durumu
1- Altıgöz Köprüsü						14.3.19	
Afyon, Çetinkaya Mah. (Akar Çayı)	Selçuklu	6	3.8	47.9	4.9	81/ 11789	Var

Çizelge 4.1 (Devamı) Afyonkarahisar merkezindeki mevcut tarihi taş köprülerin genel özellikleri.

Köprü Adı ve Adresi	Dönemi	Kemer Sayısı	Kemer Açıklığı (m)	Uzunluk (m)	Genişlik (m)	Tescil Tarih/ Sayı	Restore Durumu
2- Harmancık (Köle) Köprüsü							
Afyon Merkez, Çetinkaya Mah. Karakaya Köyü Yolunda (Akar Çay)	Osmanlı	2-1	2.3	16.0	4.0	14.3.19 81/ A-2765	Yok
3- Kanlı Gölet Köprüsü							
Afyonkarahisar Merkez, Beyazıt Mah. Çukurköy Mevkii, Çavdarlı Köyü Yolu	Osmanlı	1	8.0	33.1	4.4	16.6.19 94 / 1975	Var
4-Kurşunlu Köprüsü							
Afyonkarahisar Merkez, Kurşunlu Mevki	Osmanlı	6	7.3	46.0	3.8	14.3.19 81/ A-2765	Var
5- Ark (Kadınana) Köprüsü							
Afyonkarahisar Merkez Kışlacık Mahallesi	Selçuklu	3	7.4	29.6	2.5		Var
6-Kara Köprü							
Afyonkarahisar-Battalgazi Mahallesi	Osmanlı	1	3.2	3.8-56.4	4.1		Yok
7-Kışlacık Köprüsü							
Afyonkarahisar Merkez Kışlacık Mahallesi	Osmanlı	1	3.3	7.5	6.9		Var

Çizelge 4.1 (Devam) Afyonkarahisar merkezindeki mevcut tarihi taş köprülerin genel özellikleri.

Köprü Adı ve Adresi	Dönemi	Kemer Sayısı	Kemer Açıklığı (m)	Uzunluk (m)	Genişlik (m)	Tescil Tarih/ Sayı	Restore Durumu
8- Cenkçi Köprüsü						16.01.2	
Afyonkarahisar Merkez, Beyazıt Mah. Çavdarlı Yolu	Osmanlı	3	6.0	24.5	4.1	008 / 2411	Var
9-Kışlacık Su Yolu Köprüsü 1		1	1.8		2.1		Yok
Afyonkarahisar Kışlacık Mahallesi							
10- Kışlacık Su Yolu Köprüsü 2		1	3.0		2.2		Var
Afyonkarahisar Kışlacık Mahallesi							
11-Kışlacık Su Yolu Köprüsü 3		1	1.40		1.5		Yok
Afyonkarahisar Kışlacık Mahallesi							
12-Saraydüzü (Araplı) Köprüsü						14.3.19	
Afyonkarahisar Merkez, Saraydüzü Köyü, Araplı Çayı	Osmanlı	2	10.0	28.2	6.1	80/1178 9	Var
13-Saraydüzü (Bent Köprüsü)							
Afyonkarahisar Merkez, Saraydüzü Köyü	Osmanlı	2	4.1	16.9	4.1-2.7		Var
14-Horasan Köprüsü						20.02.2	
Afyonkarahisar Merkez, Nuribey Beldesi, Mehmet Akif Ersoy Mah.	Osmanlı	1	1.2	4.5-3.4	3.5-2.7	014/ 2152 I.Grup	Yok

Çizelge 4.1 (Devam) Afyonkarahisar merkezindeki mevcut tarihi taş köprülerin genel özellikleri.

Köprü Adı ve Adresi	Dönemi	Kemer Sayısı	Kemer Açıklığı (m)	Uzunluk (m)	Genişlik (m)	Tescil Tarih/ Sayı	Restore Durumu
15-İki Göz Küçük Çobanlar Köprüsü							
Afyonkarahisar Küçük Çobanlar Köyü	Osmanlı	3	3.8	16.4	3.4		Var

Çizelge 4.2 Afyonkarahisar Sandıklı ilçesindeki mevcut tarihi taş köprülerin genel özellikleri.

Köprü Adı ve Adresi	Dönemi	Kemer Sayısı	Kemer Açıklığı (m)	Uzunluk (m)	Genişlik (m)	Tescil Tarih/ Sayı	Restore Durumu
16-Karadirek Köprüsü						14.3.19	
Afyonkarahisar-Sandıklı Yol Ayr. (Karadirek Çayı)	Osmanlı	4	4.0	23.9	4.0	80/1178 9	Var
17-Yolkonak İsmihan Nene Köprüsü							
Afyonkarahisar-Sandıklı Resul (Yolkonak) Köyü	Osmanlı	1	5.0	5.0	4.1		Var
18-Başağaç Köprüsü							
Afyonkarahisar-Sandıklı Başağaç Köyü	Osmanlı	4	5.9	30.6	4.8		Var.
19- Başağaç Giriş Köprüsü							
Afyonkarahisar-Sandıklı Başağaç Köyü	Osmanlı	1	2.5	7.5	11.6		Var.

Çizelge 4.2 incelendiğinde Afyonkarahisar Sandıklı ilçesinde bulunan 5 köprünün hepsi Osmanlı dönemine aittir. Bu köprülerden 2 tanesi 4 kemer sayısına sahipken, 2 tanesi

tek açıklığa sahiptir.

Çizelge 4.3 Afyonkarahisar Sinanpaşa ilçesindeki mevcut tarihi taş köprülerin genel özellikleri.

Köprü Adı ve Adresi	Dönemi	Kemer Sayısı	Kemer Açıklığı (m)	Uzunluk (m)	Genişlik (m)	Tescil Tarih/ Sayı	Restore Durumu
20-Balmahmut Köprüsü							
Afyonkarahisar-Sinanpaşa Balmahmut Köyü (Adalar Çayı)	Osmanlı	3	2.6	16.2	4.1-3.7	14.06.2017/5342	Var
21-Akören Köprüsü							
Afyonkarahisar-Sinanpaşa Akören Köyü	Osmanlı	2	2.1	16.4	4.0	8.12.1993/1842	Var
22-Saraycık 1 (Garipçe) Köprüsü							
Afyonkarahisar-Sinanpaşa, Saraycık ve Garipçe Köyleri Arasında	Osmanlı	1	1.6	5.6	6.9		Var
23- Saraycık 2 (Garipçe) Köprüsü							
Afyonkarahisar-Sinanpaşa	Osmanlı	1	1.5	4.8	7.1		Var.
24- Saraycık 3 (Garipçe) Köprüsü							
Afyonkarahisar-Sinanpaşa	Osmanlı	1	1.0	3.9	6.9		Var

Çizelge 4.3’de Afyonkarahisar Sinanpaşa ilçesinde bulunan 5 köprünün hepsi Osmanlı dönemine aittir. Bu köprülerden 1 tanesi 3 kemer sayısına sahipken, 1 tanesi 2 kemer

sayısına sahiptir. Geriye kalan 3 köprü ise tek açıklıklıdır. Bu tek açıklıklı köprüler her ne kadar literatürde tarihi taş köprü olarak adlandırılrsa da boyutu ve yapım şekli açısından menfez tipi sanat yapılarıdır.

Çizelge 4.4 Afyonkarahisar Bolvadin, Şuhut, İscehisar, Emirdağ, İhsaniye, Sultandağı, Çay ve Çobanlar ilçelerindeki mevcut tarihi taş köprülerin genel özellikleri.

Köprü Adı ve Adresi	Dönemi	Kemer Sayısı	Kemer Açıklığı (m)	Uzunluk (m)	Genişlik (m)	Tescil Tarih/ Sayı	Restore Durumu
Afyonkarahisar'ın Bolvadin İlçesindeki Köprüler							
25-Kırkgöz Köprüsü	Roma, Doğu					08.12.1	
Afyonkarahisar-Bolvadin- İshaklı (Akar Çayı)	Roma, Selçuklu, Osmanlı	57	5.5	407.8	5.0 4.4	988/ 345	Var
Afyonkarahisar'ın Şuhut İlçesindeki Köprüler							
26-Dörtgöz (Şuhut) Köprüsü						14.11.1	
Afyonkarahisar-Şuhut Höyüğü'nün Kuzeyinde	Selçuklu	4	5.3	40.0	4.0	981/ A-3166	Var
27-İkigöz (Üçgöz) Köprüsü						14.11.1	
Afyonkarahisar-Şuhut Höyüğü'nün Batısında	Osmanlı	3	3.5	14.0	3.7	981/ A-3166 14.3.19 81/A-2765	Yok
Afyonkarahisar'ın İscehisar İlçesindeki Köprüler							
28-Antik İscehisar (Koca) Köprü	Roma					22.6.19	
Afyonkarahisar-İscehisar Merkezde	(M.S.1.- 2. YY.)	1	15.8	59.4	5.1	92 / 1353	Var

Çizelge 4.4 (Devam) Afyonkarahisar Bolvadin, Şuhut, İncehisar, Emirdağ, İhsaniye, Sultandağı, Çay ve Çobanlar ilçelerindeki mevcut tarihi taş köprülerin genel özellikleri.

Köprü Adı ve Adresi	Dönemi	Kemer Sayısı	Kemer Açıklığı (m)	Uzunluk (m)	Genişlik (m)	Tescil Tarih/ Sayı	Restore Durumu
Afyonkarahisar'ın Emirdağ İlçesindeki Köprüler							
29-Başkonak Köyü Köprüsü							
Afyonkarahisar-Emirdağ Başkonak Köyü	Osmanlı	2	4.0	17.7	5.8		Var
Afyonkarahisar'ın İhsaniye İlçesindeki Köprüler							
30-Meryem Bölgesi Köprüsü							
Afyonkarahisar-İhsaniye	Osmanlı	2	3.3	12.1	4.0		Var.
Afyonkarahisar'ın Sultandağı İlçesindeki Köprüler							
31-Sultandağı Taş Köprü							
Afyonkarahisar Sultandağı Taş Köprü Köyü	Osmanlı	4	4.5	60.0	4.1		Var
Afyonkarahisar'ın Çay İlçesindeki Köprüler							
32-Kurtmusa (Zompi, Karamusa) Köprüsü							
Afyonkarahisar-Çay Karamık Karacaören Kasabası (Kale Çayı)	Osmanlı	2	4.4	15.0	4.1-2.7		Var
Afyonkarahisar'ın Çobanlar İlçesindeki Köprüler							
33- Yunuslar Ağılı Köprüsü							
Afyonkarahisar-Çobanlar	Osmanlı	2	3.6	18.9	3.6	29.06.2011 / 5058	Var

Çizelge 4.4’de Afyonkarahisar Şuhut ilçesinde 2, Bolvadin, İscehisar, Emirdağ, İhsaniye, Sultandağı, Çay ve Çobanlar ilçelerinde bulunan birer adet tarihi taş köprü listesi verilmiştir. Bu 9 köprünün 2 tanesi Roma dönemine, 1 tanesi Selçuklu dönemine, geriye kalan 6 tanesi ise Osmanlı dönemine aittir. Bu köprülerden Kırkgöz Köprüsü 57 kemer sayısına sahiptir. Geriye kalan 8 köprüden 2 tanesi 4 kemer sayısına, 1 tanesi 3 kemer sayısına, 4 tanesi 2 kemer sayısına, 1 tanesi ise tek açıklığa sahiptir. Bu köprülerin tek bir çizelgede veriliyor olması köprü mimarisi açısından bu ilçelerin yetersiz olduğu algısını oluşturmaması gerekir. Bilakis bu listede bulunan köprüler Afyonkarahisar tarihi taş köprü varlığının niteliklerini barındırmaktadır.

Tez çalışmasının ölçüm, modelleme ve analiz kısımlarının dikkate alındığı köprülerin yanında bir de günümüze kadar ulaşamamış veya konumu tam olarak saptanamamış köprü varlıklarının yine bu tez kapsamı içerisinde bulgularda yer alması düşünüldüğünden ayrı bir liste daha hazırlanmıştır. Çizelge 4.5’de Afyonkarahisar il merkezi ve ilçelerindeki yıkılmış veya tespit edilememiş tarihi taş köprüler sunulmuştur.

Çizelge 4.5 Afyonkarahisar ve ilçelerindeki yıkılmış tarihi taş köprülerin genel özellikleri.

Köprü Adı ve Adres	Yapıldığı Dönem	Kemer Sayısı	Uzunluk (m)	Genişlik (m)	Tescil Tarih/ Sayı	Restore Durumu
Afyonkarahisar’ın Merkezindeki Köprüler						
34-Hacı Gani (Hacı Abdül Gani) Köprüsü						
Afyonkarahisar Merkez Selçuklu Mah. (Eski Akar Çay)	Osmanlı	3	30.0	-----	14.3.1981/ A-2765	Yıkılmış.
35-Erenler Köprüsü						
Afyonkarahisar Merkez, Kumartaş (Erenler) Köyü	Osmanlı	-----	10.0	-----	17.2.1989 / 392	Yıkılmış.
36- İkigöz Köprüsü						
Afyonkarahisar Merkez Çetinkaya Mah.	Osmanlı	2	10.0	-----	14.3.1981/ A-2765	Yıkılmış.

Çizelge 4.5 (Devam) Afyonkarahisar ve ilçelerindeki yıkılmış tarihi taş köprülerin genel özellikleri.

Köprü Adı ve Adres	Yapıldığı Dönem	Kemer Sayısı	Uzunluk (m)	Genişlik (m)	Tescil Tarih/ Sayı	Restore Durumu
37-Koca Köprü						
Afyonkarahisar Ankara Yolu PTT binası arkası		4	12.0			Yıkılmış.
Afyonkarahisar'ın Sandıklı İlçesindeki Köprüler						
38-Kuruçay Köprüsü						
Afyonkarahisar-Dinar Sandıklı Girişi	Osmanlı	2	14.5	7.0	14.3.1980/11789	Yıkılmış
39-Atlı Köprüsü						
Afyonkarahisar-Sandıklı	Osmanlı	1	5.0	9.2		Yıkılmış
40-Resul Köyü Köprüsü						
(Yolkonak) Sandıklı Afyonkarahisar	Osmanlı	2	10.4	7.4		Yıkılmış
41-Tahta Köprüsü						
Sandıklı Hocalar Yolu Afyonkarahisar	Osmanlı	1	7.9	4.3		Yıkılmış
Afyonkarahisar'ın Sinanpaşa İlçesindeki Köprüler						
42-Garipçe Köprüsü						
Afyonkarahisar - Sinanpaşa	Osmanlı	2	8.4	3.6	20.01.2017/4852	Yıkılmış.
Afyonkarahisar'ın Emirdağ İlçesindeki Köprüler						
43-Emirdağ İçi (Okul) Köprüsü						
Afyonkarahisar-Emirdağ (Çay Deresi)	Osmanlı	3	15.3	5.7		Yıkılmış
Afyonkarahisar'ın İhsaniye İlçesindeki Köprüler						
44-Mezbaha Köprüsü						
Afyonkarahisar-İhsaniye Akar Çay)	Osmanlı	3	17.1	7.9		Yıkılmış
45-Oğulbeyli Köprüsü						
Afyonkarahisar-Oğulbeyli Köyü	Osmanlı					Yıkılmış

4.1 Afyonkarahisar ve İlçelerindeki Mevcut Tarihi Köprüler

Afyonkarahisar ilindeki tarihi taş köprü varlığının araştırıldığı bu tez çalışmasında elde edilen bulgular tesbit edilen mevcut tarihi taş köprülerle tesbit edilemeyen veya yıkılmış olan tarihi taş köprüler olarak iki başlıkta ele alınmıştır. Birinci başlığın altında Afyonkarahisar merkezindeki ve ilçelerindeki köprüler Çizelge 4.1 - 4.4 arasında tanımlanan sırayla tek tek ele alınmıştır. Bu köprülerden düşey yükler etkisi altında analizi gerçekleştirilmiş olan köprüler ayrı bir başlık altında sunulmuştur.

4.1.1 Afyonkarahisar'ın Merkezindeki Tarihi Köprüler

Bu bölümde Afyonkarahisar merkezinde bulunan mevcut 15 tarihi taş köprünün yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen yapısal ve mimari özellikleri ayrı ayrı sunulmuştur.

4.1.1.1 Altıgöz Köprüsü

Afyonkarahisar ilinin, Çetinkaya Mahallesinde, Akarçay üzerinde yer alan Altıgöz Köprüsü merkezde bulunan en büyük tarihi taş köprüdür. Adını mimari görünüşünden; yani sahip olduğu altı adet kemerli gözden almaktadır. Bu köprüye ait yerinde ölçüm sonucu elde edilen genel özellikler Çizelge 4.6 da verilmiştir.

Çizelge 4.6 Altıgöz Köprüsü genel özellikleri.

Köprü	Köprü	Kemer Sayısı	Kemer	Mahmuz
Uzunluğu (m)	Genişliği (m)		Açıklıkları (m)	Bilgisi
47.90	4.90	6	3.40, 3.80	Üçgen profilli
			3.20, 3.40	4 adet sağlam
			3.50, 3.50	1 adet yıkılmış

Genel durumu iyi olan tarihi taş köprünün inşasında andezit ve bazalt kesme taşlar kullanılmıştır. Köprüde traverten korkuluklar mevcuttur. Bu korkuluklar çelik kenetlerle birbirine bağlanmış ve kenetler kurşunlanmıştır. Köprünün kuzey batı yönündeki 1 adet mahmuzu yıkılmış aynı zamanda köprünün bu bölümünde yer yer kesme taşlar

düşmüştür. Köprünün genel görünümü ve mimari durumu Resim 4.1 de görüldüğü gibi fotoğraflanmıştır. Köprü araç geçişine kapalı ancak halen kullanılabilir durumdadır. Köprüde su yüksekliği ölçülmüş olup yaklaşık 1.8 m civarındadır (Resim 4.2).



Resim 4.1 Altıgöz Köprüsü Kuzey cephesi yıkılmış mahmuz ve düşen kesme taşların görünümü.

Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından, 1985 yılında tamir ve restorasyonu yapılmıştır. Akarçay'ın içine düşen ve 1980 yılında müzeye de kaldırılmış olan onarım kitabesi tekrar orijinal yerine yerleştirilmiştir (Resim 4.3). Ancak restorasyonun yeteri ölçüde önem verilerek yapılmadığı ve bu yüzden kemerlerin onarımı sırasında şeklinin bozulduğu gözlenmektedir (Daş 1997).

Çulpan (1975) yılında Türk Taş Köprüleri Kitabında kuzey cephesinin batı ucundaki ilk payenin üzerinde, siyah renkli bir taşta kazınmış yunanca bir kitabe bulunduğunu ve kitabede Ergon Kometos Theodosiu (Kometos Theodosiou'nun eseri) yazısı

bulunduğunu söylemektedir. Ayrıca Köprünün ikinci ve üçüncü gözleri arasında kapı motifli Roma devrine ait bir mezar taşı parçasından bahsetmektedir. Ancak, bugün bu parça ve kitabe yerinde değildir.



Resim 4.2 Altıgöz Köprüsü mansap bölgesi görünüşü.

Güney cephesinin batı ucunda, birinci ve ikinci kemer gözleri arasında payenin üzerinde yatay dikdörtgen şekilli bir kitabe levhası mevcuttur. Devşirme mermer bir levha üzerinde yer alan kitabenin Türkçe metni şöyledir;

“İzzet, devamlılık, yükseklik, parlaklık, cömertlik ve kerem bu köprünün sahibi için olsun. Ulu emir, alim, abid, zahid, akıllı tecrübeli ve muhterem bir kimse olan Sabık u’ddevleti ve ‘d- Din Ebul-Vefa İlyas Bin Oğuz – Tanrı ona gani gani rahmet eylesin, hayatta iken bu köprüyü yaptırdı. Fakat ölümünden sonra harap oldu. Köprünün tamiri hususunda, İlyas’ın vakfının geliri ile aziz oğlu büyük emir, İsfahsalar el- müeyyed Bedrüddevleti ve ‘d-Din Rüknü’l -İslam ve’l Müslümin, Sultan ve Meliklerin oğlu-Tanrı

ululuğunu devam ettirsin. Ebu Hamid Hacı Muhammed Bin İlyas- Tanrı ululuğunu devam ettirsin, emir verdi. Tanrı buradan geçene ve ihya edene rahmet etsin ve bunu okuyana ve bakana ma'fret ihsan etsin Bunun yapımını ve tamirini emreden için en iyi dualarla dua ederse o, bu nedenle ahirette iyiliğe, çok sevaba ve güzel nimetlere nail olur. Bu yazıtı, 606 yılında Muhammed yazdı.”



Resim 4.3 Altıgöz Köprüsü kitabesi.

Kitabesine göre köprü, İlyas Bin Oğuz tarafından yaptırılmış, oğlu Ebu Hamid Hacı Muhammed tarafından 606/1209 tarihinde tamir ettirilmiştir. Afyon Müzesi envanter fişlerinde, bir şeri mahkeme siciline dayanarak, köprünün 1072/1661-62 tarihinde, Abdülgaffar adlı bir kişi tarafından tamir ettirildiği belirtilmektedir.

Köprünün kroki ve rölöve çalışmalarından elde edilen bilgiler doğrultusunda oluşturulan üç boyutlu modelin renderı alınmış ve köprüye ait iki görünüş Şekil 4.4 ve Şekil 4.5’de verilmiştir. Şekil 4.4 de oluşturulan köprü modeli köprünün üst

perspektifini ifade etmektedir. Şekil 4.5 de ise su seviyesindeki memba cephesinden elde edilmiş bir görüntüdür. Renderlarda, fotoğraflarda ve mevcut durumda bulunan atık ve bitki örtüsü tabakası işlenmeyerek köprünün net ve yalın bir görüntüsü elde edilmeye çalışılmıştır.



Şekil 4.4 Altıgöz Köprüsü 3D Modellemesi üstten görünüş.



Şekil 4.5 Altıgöz Köprüsü 3D Modellemesi.

4.1.1.2 Harmancık (Köle) Köprüsü

Afyonkarahisar ilinin Çetinkaya Mahallesinde Prof. Dr. Veysel Eroğlu Parkı ve Çocuk Oyun Merkezi'nde bulunan köprü, KGM'den ve Afyonkarahisar Belediyesinden elde edilen bilgilere göre eski zamanlarda iki gözlüdür ve zamanla bir gözü dolmuştur. Bu köprüye ait yerinde ölçüm sonucu elde edilen genel özellikler Çizelge 4.7 de verilmiştir.

Çizelge 4.7 Harmancık Köprüsü genel özellikleri.

Köprü Uzunluğu (m)	Köprü Genişliği (m)	Kemer Sayısı	Kemer Açıklıkları (m)	Mahmuz Bilgisi
16.00	4.00-1.70	1	2.30	Yok



Resim 4.4 Harmancık (Köle) Köprüsü.

(Anonim 2001), 11.50 m uzunluğunda ve 5.25 m genişliğindeki kuzey-güney yönünde uzanan köprü, tamamen kesme taşlarla inşa edilmiştir. Kemer açıklıkları 3.85 ve 3.55 m

olan köprünün kemerleri yuvarlak ve iki gözlüdür. Kuzey cephesinde, iki kemer gözü arasındaki ayak üzerinde, üçgen profilli bir dalga kıran bulunmaktadır. Kemer gözleri kısmen dolduğu için hayli küçülmüştür. Hala kullanılmakta olan 50 cm yüksekliğe sahip köprünün, korkuluk taşları yer yer dökülmüştür. Köprünün, doğu yüzünde kemerler arasında yukarıya doğru genişleyen ve üstte düzlük oluşturan 160x165 m ebatlarında basamaklı bir çıkma yer almaktadır. Çıkmanın güney tarafında mermer bir kitabe levhası yer almaktadır. Kitabeden köprünün Attar Hacı Mehmet Ağa tarafından 1295/26 Aralık 1873 tarihinde yapıldığı anlaşılmaktadır. Rivayete göre önce köle olup sonra hürriyetine kavuşarak zengin olan kişi tarafından şükür niyeti ile yaptırıldığı için Köle Köprüsü olarak ta anılmaktadır.



Resim 4.5 Harmancık (Köle) Köprüsü üstten görünüş.

Daş (1997)'a göre “Kuzey-Güney yönünde uzanan köprü, tamamen kesme taşlarla inşa edilmiş durumdadır. Yuvarlak kemerli, iki gözlüdür. Kuzey cephesinde, iki kemer gözü arasındaki ayak üzerinde, üçgen profilli bir mahmuzu bulunmaktadır. Kemer gözleri

kısmen dolduğu için hayli küçülmüştür. Hala kullanılmakta olan köprünün korkuluk taşları yer yer dökülmüştür. Köprünün, güneydoğu cephesinin batı ucunda mermer bir kitabe levhası yer almaktadır. Kitabe şu şekildedir; Sahibü-l hayrat vel hasenat Attar Hacı Mehmet Ağa, Zilhicce gurre sene 1295/26 Aralık 1878. Kaynaklarda Attar Hacı Mehmet'in kimliğine ilişkin bir bilgiye rastlanamamıştır.”

Bakıma ihtiyacı olan köprü kesme taşlarla inşa edilmiş, restorasyon geçirmemiş ve Osmanlı mimarisi özelliği taşımaktadır. Köprünün genel görünümü ve mimari durumu Resim 4.4 de görüldüğü gibi fotoğraflanmıştır. Köprünün bulunduğu alan inşaat atıkları ve çöplerle doludur. Tescil belgesi bulunan köprünün; içinde bulunduğu parkın yürüyüş yollarının kodunun altında kalmaktadır. Köprü çevresi temizlenmeli ve köprü bir an önce tarihi önemini tekrar kazanmalıdır (Resim 4.5).



Şekil 4.6 Harmancık Köprüsü 3D Modellemesi.

Köprünün kroki ve rölöve çalışmalarından elde edilen bilgiler doğrultusunda

oluşturulan üç boyutlu modelin renderı alınmış ve köprüye ait iki görünüş Şekil 4.6 da verilmiştir. Şekil 4.6 de oluşturulan köprü modeli köprünün üst perspektifini ifade etmektedir. Renderlarda ve fotoğraflarda köprünün üzerinde bulunan hasarlar gösterilmeye çalışılmıştır.

Daha önceki yayınlardan elde edilen bilgilere göre köprünün mahmuzu, kitabesi, korkuluğu ve çıkması olduğu bilgisine varılmıştır. Ancak yerinde bunların hiçbirine rastlanmamaktadır. Ayrıca Köprünün iki gözlü olduğunu ve kemer açıklığının şundakinden farklı ölçüde olduğu belirlenmiştir. Şu anki köprü uzunluğu ve genişliği de farklıdır.

4.1.1.3 Kanlı Gölet Köprüsü

Afyonkarahisar İlinin Beyazıt Mahallesi Çavdarlı Köyü yolunda Akarçay üzerinde yer alan köprü, tek gözlü geniş bir açıklığa sahiptir. Bu köprüye ait yerinde ölçüm sonucu elde edilen genel özellikler Çizelge 4.8 de verilmiştir.

Çizelge 4.8 Kanlı Gölet Köprüsü genel özellikleri.

Köprü	Köprü	Kemer Sayısı	Kemer	Mahmuz
Uzunluğu (m)	Genişliği (m)		Açıklıkları (m)	Bilgisi
33.10	4.40	1	8.00	Yok

İşlevini halen sürdürmekte olan köprü, düzgün kesme andezit ve bazalt taştan inşa edilmiştir. Köprünün yakınındaki binaların tel örgüleri köprüye kadar uzanmaktadır. Bu derece tarihi önem taşıyan bir kültür mirasının hemen yakınına tel örgüsü çekilip köprüye ankraj atılmıştır (Resim4.6). Bu durum tescil belgesi olan bir köprünün yapı yaklaşma sınırına dikkat edilmediğinin ve korunmadığının bir göstergesidir. Korkuluk taşlarının bir kısmı zamanla dere yatağına düşmüş ve korkuluk betonarme tadilat geçirmiştir (Resim 4.7). Halen bazı taşları yerinde olmayan köprünün tekrar bakıma ihtiyacı vardır.



Resim 4.6 Kanlı Gölet Köprüsü dökülen korkuluk taşları ve köprüye yapılan ankrajın görünümü.



Resim 4.7 Kanlı Gölet Köprüsü.



Şekil 4.7 Kanlı Gölet Köprüsü 3D Modellemesi.



Şekil 4.8 Kanlı Gölet Köprüsü 3D Modellemesi su yüzeyinden görünüşü.

Köprü'nün kroki ve rölöve çalışmalarından elde edilen bilgiler doğrultusunda oluşturulan üç boyutlu modelin renderı alınmış ve köprüye ait iki görünüş Şekil 4.7 ve Şekil 4.8'de verilmiştir. Şekil 4.7 de oluşturulan köprü modeli köprü'nün üst

perspektifini ifade etmektedir. Şekil 4.8 de ise su seviyesindeki memba cephesinden elde edilmiş bir görüntüdür. Renderlarda, fotoğraflardan faydalanılarak köprünün çevresindeki olumsuzluklar kaldırılarak, mevcut hali modellenmiştir.

4.1.1.4 Kurşunlu Köprüsü

Afyonkarahisar ilinin Kurşunlu Mevkiinde Aksu Deresi üzerinde bulunan köprü yuvarlak kemerli altı gözlüdür. Ancak batı bölümündeki kemer kısmen, doğu bölümündeki kemer ise tamamen toprak altında kalması nedeniyle şu an 5 tane kemeri gözükmemektedir. Bu köprüye ait yerinde ölçüm sonucu elde edilen genel özellikler Çizelge 4.9 da verilmiştir.

Çizelge 4.9 Kurşunlu Köprüsü genel özellikleri.

Köprü Uzunluğu (m)	Köprü Genişliği (m)	Kemer Sayısı	Kemer Açıklıkları (m)	Mahmuz Bilgisi
46.00	3.75	5	4.30, 4.30, 4.70, 7.30, 4.50	Üçgen profilli 4 adet



Resim 4.8 Kurşunlu Köprüsü.

Genel durumu iyi olan tarihi taş köprü irili ufaklı düzgün kesme taşlarla inşa edilmiştir (Resim 4.8). Restorasyon geçirmiş olan köprüye restorasyon sırasında betonarme korkuluk yapılmıştır. Köprü'nün güney bölümünde bulunan üçgen kesitli mahmuzlar ve köprü'nün ayakları ciddi ölçüde zarar görmüş olup bakıma ihtiyaç vardır (Resim 4.9). Köprüden düşen kesme taşlar dere yatağında toplanmıştır. KGM'den alınan envanter kayıtlarına göre Osmanlı dönemine ait olan köprü'nün tescil belgesi bulunmaktadır. Kullanılabilir durumda olan köprü'nün yakınına yakın zamanda DSİ betonarme bir köprü yapmıştır ve trafik bu köprü üzerinden akmaktadır.



Resim 4.9 Kurşunlu Köprüsü zarar gören mahmuzların görünümü.

Daş (1997), Batıdan itibaren üçüncü kemer gözü, diğerlerinden daha yüksek ve daha geniştir. Bu büyük kemerin doğusunda üç, batısında ise iki kemer gözü yer almaktadır. Köprüler de genellikle büyük kemer gözünün iki yanında eşit sayıda kemer gözü bulunmaktadır. Burada bu simetrinin bozulduğu görülmektedir. Bu asimetrik durumun, derenin iki yanındaki kod farkından kaynaklandığı gözlenmiştir. Kemer gözü sayısı

bakımından Altıgöz Köprüsüne, üzerinden geçen yolun ortaya doğru yükselmesi bakımından da Kanlı Gölet Köprüsü'ne benzemektedir (Resim 4.10).



Resim 4.10 Kurşunlu Köprüsü arka cephe.



Şekil 4.9 Kurşunlu Köprüsü 3D Modellemesi.

Köprünün kroki ve rölöve çalışmalarından elde edilen bilgiler doğrultusunda

oluşturulan üç boyutlu modelin renderı alınmış ve köprüye ait görünüş Şekil 4.9’da verilmiştir. Şekil 4.9 da oluşturulan köprü modeli köprünün memba bölümünü ifade etmektedir. Renderlarda, fotoğraflar ve mevcut durum değerlendirilip köprünün şu anki görüntüsü elde edilmeye çalışılmıştır.

4.1.1.5 Ark (Kadınana) Köprüsü

Afyonkarahisar ilinin Kışlacık Köyünün Karaağaç boğazında Kışlacık Deresi üzerinde bulunan köprünün bir tane büyük 2 tane küçük toplamda üç tane kemeri vardır (Resim 4.11). Büyük kemerin sivri kemerli yapısı gereği Selçuklu dönemine ait olduğu düşünülmektedir (Resim 4.12). Bu köprüye ait yerinde ölçüm sonucu elde edilen genel özellikler Çizelge 4.10 da verilmiştir.

Çizelge 4.10 Ark (Kadınana) Köprüsü genel özellikleri.

Köprü Uzunluğu (m)	Köprü Genişliği (m)	Kemer Sayısı	Kemer Açıklıkları (m)	Mahmuz Bilgisi
29.55	2.50	3	1.50, 1.50, 7.40	Yok



Resim 4.11 Kadınana Köprüsü su deposu ve köprünün betonarme ayaklarının görünümü.

Selçuklu Hükümdarı III. Alaeddin Keykubat'ın üç kızı, Melek Peyker, Naime Gevher ve Asiye Sultan, İlhanlılar tarafından rahatsız edilmeleri üzerine, Karahisâr-ı Sâhip'e gelmişler, yaşamlarını Afyonkarahisar'da devam ettirmiş ve birçok eser bırakmışlardır. Bunlardan Melek Peyker Hanımefendi, Mimar Bedrettin Gevhertaş tarafından yaptırılan su arkı ve su yollarını, yeniden tamir ettirerek, kullanılabılır hale getirmiştir. Halk da şükran borcu olarak şehrin içme suyuna Kadınana Suyu ismini vermiştir (İnt. Kay.8). Köprü Kadınana ismini bu su yolu üzerinde bulunduğu için almıştır.



Resim 4.12 Kadınana Köprüsü.

Afyonkarahisar şehrinin kuruluş ve ilk yerleşim yeri Hıdırlık Tepesi ile Kale arasındaki vadidir. Taşpınar ve Olucak pınarlarının etrafında şehir merkezi yoğunlaştığı gözlenmektedir. Kente su sağlamak amacıyla şehrin güneyindeki, Hıdırlık Tepesi'nin, arka kısmında Karaağaç Boğazı Küçük Kalecik ve Kışlacık köylerinde su toplama alanları yapılmıştır. Bu alanların ortalama yüksekliği 1000-1250 metre olup, Afyon şehrinin ortalama yüksekliği ise, 1040 m'dir ve şehre su, bu köylerde bulunan su arkları tarafından aktarılmıştır. Kadınana köprüsü de bu bölgede yer almaktadır.



Resim 4.13 Kadınana Köprüsü zarar görmüş döşeme görünümü.

Köprü'nün yüksekliği eğrisel bir hareketle sürekli artmaktadır. En uç noktasında köprü'nün yerden yüksekliği 12.80 m'dir Ayrıca köprü'nün hemen yanında köprüyle aynı dönemde yapıldığı düşünülen 1 tane kesme taştan inşa edilmiş su deposu bulunmaktadır.



Şekil 4.10 Kadınana Köprüsü 3D Modellemesi.

Köprü restorasyon geçirmiş, büyük kemerinin ayaklarının oturduğu bölümlere betonarme temel yapılmıştır. Ancak köprü zamanla deforme olmuş döşemesi ciddi ölçüde zarar gördüğü için kullanılabilir durumda değildir (Resim 4.13). Restorasyon sırasında yapılan harçlar köprünün doğal güzelliğini bozmuş ve kötü bir görüntü açığa çıkmıştır.

Köprünün kroki ve rölöve çalışmalarından elde edilen bilgiler doğrultusunda oluşturulan üç boyutlu modelin renderı alınmış ve köprüye ait görünüş Şekil 4.10'da verilmiştir. Şekil 4.10 da oluşturulan köprü modeli memba cephesinden elde edilmiş bir görüntüdür. Köprüde bulunan hasarlar renderlarda, görselleştirilerek köprünün mevcut durumundan bağımsız olmayan bir görüntü elde edilmeye çalışılmıştır.

4.1.1.6 Kara Köprü

Afyonkarahisar ilinin Battal Gazi Mahallesinde Afyon Kocatepe Üniversitesi'nin Rektörlük binasının bulunduğu alanla tren yolunun arasında bulunan köprü tek gözlüdür. andezit taşlarla inşa edilmiş olan tarihi taş köprüyü sağ ve sol bölümünde; yine taştan yapılmış 52 m uzunluğunda yol takip etmektedir. Bu köprüye ait yerinde ölçüm sonucu elde edilen genel özellikler Çizelge 4.11 de verilmiştir.

Çizelge 4.11 Kara Köprü genel özellikleri.

Köprü	Köprü	Kemer Sayısı	Kemer	Mahmuz
Uzunluğu (m)	Genişliği (m)		Açıklıkları (m)	Bilgisi
3.80	4.10	1	3.20,	Yok



Şekil 4.11 Kara Köprü 3D Modellemesi.

Köprünün kroki ve rölöve çalışmalarından elde edilen bilgiler doğrultusunda oluşturulan üç boyutlu modelin renderı alınmış ve köprüye ait görünüş Şekil 4.11’de verilmiştir. Şekil 4.11 de oluşturulan köprü modeli köprünün üst perspektifini ifade etmektedir. Renderlarda, köprünün mevcut durumu modellenmiş olmuş köprü üzerinde oluşan hasarlarında gösterildiği bir görüntü elde edilmeye çalışılmıştır.



Resim 4.14 Kara Köprü.

Kitabesi bulunmayan köprünün mimari yapısına bakıldığında Osmanlı dönemi özelliği taşıdığı düşünülmektedir. Şu an kullanılabilir durumda olmayan köprünün etrafı define avcıları tarafından kazılmıştır Tarihi taş köprünün Restorasyona ve bakıma ihtiyacı vardır (Resim 4.14).

4.1.1.7 Kışlacık Köprüsü

Afyonkarahisar ilinin Kışlacık Mahallesinde bulunan tek gözlü yuvarlak kemerli bir köprüdür. Köprü kemer yapısı incelendiğinde Osmanlı dönemi özelliği taşımaktadır (Resim 4.15). Kemer kilit taşı belirgin şekilde dışa çıkıntılıdır (Resim 4.16). Restorasyon geçirmiş olan köprünün korkuluk taşlarının bir kısmı yer yer düşmüştür. Tescil belgesine rastlanmamış olan köprünün memba ve mansap yönündeki yüzeyleri birbirinden farklıdır. Bu köprüye ait yerinde ölçüm sonucu elde edilen genel özellikler Çizelge 4.12 de verilmiştir.

Çizelge 4.12 Kışlacık Köprüsü genel özellikleri.

Köprü Uzunluğu (m)	Köprü Genişliği (m)	Kemer Sayısı	Kemer Açıklıkları (m)	Mahmuz Bilgisi
7.50	6.90	1	3.30	Yok



Resim 4.15 Kışlacık Köprüsü ön cephe.



Resim 4.16 Kışlacık Köprüsü arka cephe.



Şekil 4.12 Kışlacık Köprüsü 3D Modellemesi ön görünüş.



Şekil 4.13 Kışlacık Köprüsü 3D Modellemesi arka görünüş.

Köprünün kroki ve rölöve çalışmalarından elde edilen bilgiler doğrultusunda oluşturulan üç boyutlu modelin renderı alınmış ve köprüye ait iki görünüş Şekil 4.12 ve Şekil 4.13’de verilmiştir. Şekil 4.12 de oluşturulan köprü modeli köprünün mansap cephesini ifade etmektedir. Şekil 4.13 de ise su seviyesindeki memba cephesinden elde

edilmiş bir görüntüdür. Renderlarda, köprünün mevcut durumunun görüntüsü elde edilmeye çalışılmıştır.

4.1.1.8 Cenkeci Köprüsü

Afyonkarahisar kent yerleşiminin dışında, kentin kuzey doğusunda, Çavdarlı Köyü istikametinde yer alan tarihi taş köprü, andezit ve bazalt dağınık-düzgün kesme taştan yapılmış olup üç gözlüdür. Bu köprüye ait yerinde ölçüm sonucu elde edilen genel özellikler Çizelge 4.13 de verilmiştir.

Çizelge 4.13 Cenkeci Köprüsü genel özellikleri.

Köprü Uzunluğu (m)	Köprü Genişliği (m)	Kemer Sayısı	Kemer Açıklıkları (m)	Mahmuz Bilgisi
24.45	4.06	3	3.00, 6.00, 2.05	Yok



Resim 4.17 Cenkeci Köprüsü ön cephe.

Akarçay üzerinde bulunan ve Osmanlı dönemi mimari yapısına sahip köprü restorasyon geçirmiş ancak kesme taş korkulukları yer yer düşmüş ve döşemesinde hasarlar

mevcuttur (Resim 4.17).



Resim 4.18 Çenkçi Köprüsü arka cephe.

Köprü üzerinde bulunan korkuluklar çelik kenetlerle birbirine bağlanmış ve kenetler kurşunlanmıştır. Çenkçi köprüsünün kitabesi olmadığından kim tarafından ve ne zaman yapıldığına dair bilgi mevcut değildir. Araç geçişine açık ve halen kullanılabilir durumda olan köprünün tescil belgesi bulunmaktadır. Ortadaki kemerin kilit taşından sağ ve sol yönlü hafif eğimli olan köprünün ayaklarında devşirme malzemelere rastlanmaktadır (Resim 4.18).

Köprünün kroki ve rölöve çalışmalarından elde edilen bilgiler doğrultusunda oluşturulan üç boyutlu modelin renderı alınmış ve köprüye ait görünüş Şekil 4.14’de verilmiştir. Şekil 4.14 de oluşturulan köprü modeli köprünün memba cephesinden elde edilmiş bir görüntüdür. Renderlarda, köprünün mevcut durumu ve hasarları gösterilmiştir.



Şekil 4.14 Cenkeci Köprüsü 3D Modellemesi.

4.1.1.9 Kışlacık Su Yolu Köprüsü 1

Afyonkarahisar ilinin Kışlacık Mahallesinde Kışlacık Köyü Yeni Cami'nin yanında bulunan su kemeri özelliği taşıyan köprünün; genişliği 2.06 m, kemer açıklığı 1.80 m, uzunluğu ise su yolu boyunca devam etmektedir (Resim 4.19).



Resim 4.19 Kışlacık Su Yolu Köprüsü 1.

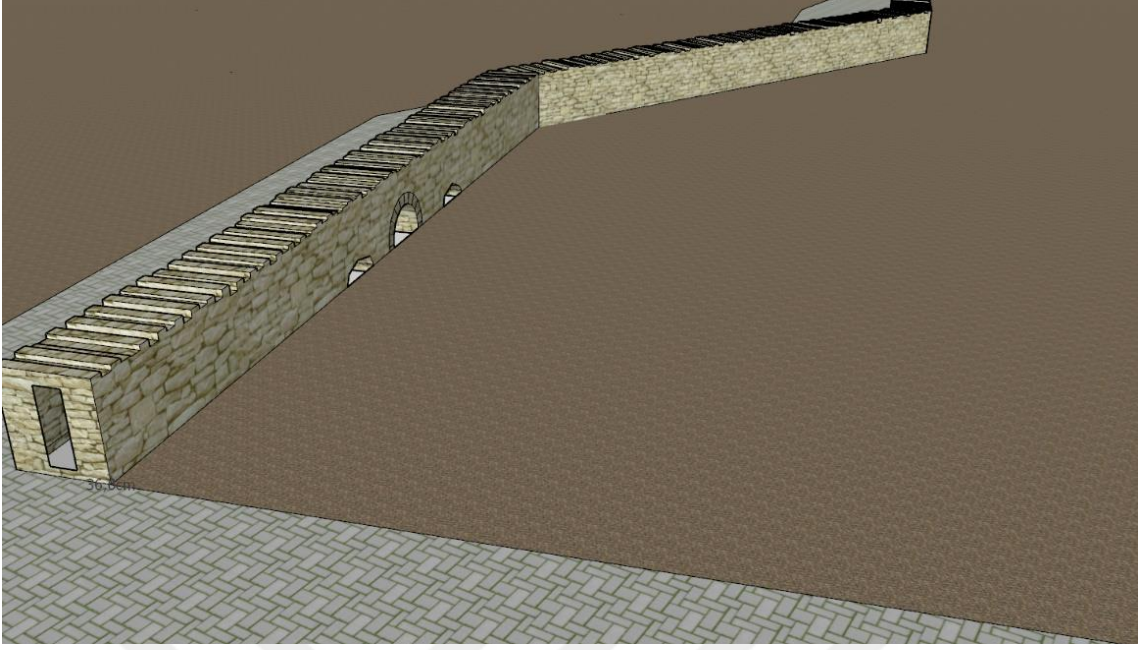
Dağınık taşlarla inşa edilmiş olan köprü bir süre önce restorasyon geçirmiş ancak kemerin iki tarafında bölgesel çökmeler vardır. Köprünün bulunduğu alanda bol miktarda çöp ve hayvan artığı bulunmaktadır. Alanın koruma altına alınması önerilmektedir (Resim 4.20).



Resim 4.20 Kışlacık Su Yolu Köprüsü 1 üstten görünümü.

Afyonkarahisar müze kayıtlarına göre köprünün bulunduğu alan tescillidir. Kışlacık Köyü Pınarözü Deresi Mevkii'ndeki kaynağından başlayıp, Kışlacık Köyü, Mühimmat deposu, Karaağaç Boğazı ve Hıdırlık Tepe eteğini dolanarak, Merkez Taşpınar Mahallesi'ndeki son su deposuna kadar uzanan su kanalıdır. Yöresel taşlardan harçlı moloz taş malzeme ile örgü duvar tekniğinde yapılmış kanalın önü kabaca şekillendirilmiş, bloklarla kapatılmıştır. Selçuklular döneminde inşa edilmiş, daha sonra dönem dönem onarım çalışmaları yapılarak günümüze kadar ulaşmıştır. Kışlacık Su yolu Köprüsü 1 de bu tescilli alanda bulunmaktadır.

Köprünün kroki ve rölöve çalışmalarından elde edilen bilgiler doğrultusunda oluşturulan üç boyutlu modelin köprüye ait görünüşü Şekil 4.15'de verilmiştir. Şekil 4.15 de oluşturulan köprü modeli köprünün üst perspektifini ifade etmektedir.



Şekil 4.15 Kışlacık Su Yolu Köprüsü 1 3D Modellemesi.

4.1.1.10 Kışlacık Su Yolu Köprüsü 2

Afyonkarahisar ilinin Kışlacık Mahallesi’nde muhtarlığın yanında bulunan ve su kemeri özelliği taşıyan tarihi taş köprüünün uzunluğu dağ boyunca devam etmektedir. Köprüünün kemer bölümü düzgün kesme taş, yüzeyi ise dağınık tip taştan inşa edilmiştir. Tescil belgesi bulunan köprü 1.50 m uzunluğunda taş temele oturtulmuş ve restorasyon geçirmiştir (Resim 4.21). Bu köprüye ait yerinde ölçüm sonucu elde edilen genel özellikler Çizelge 4.14 de verilmiştir.

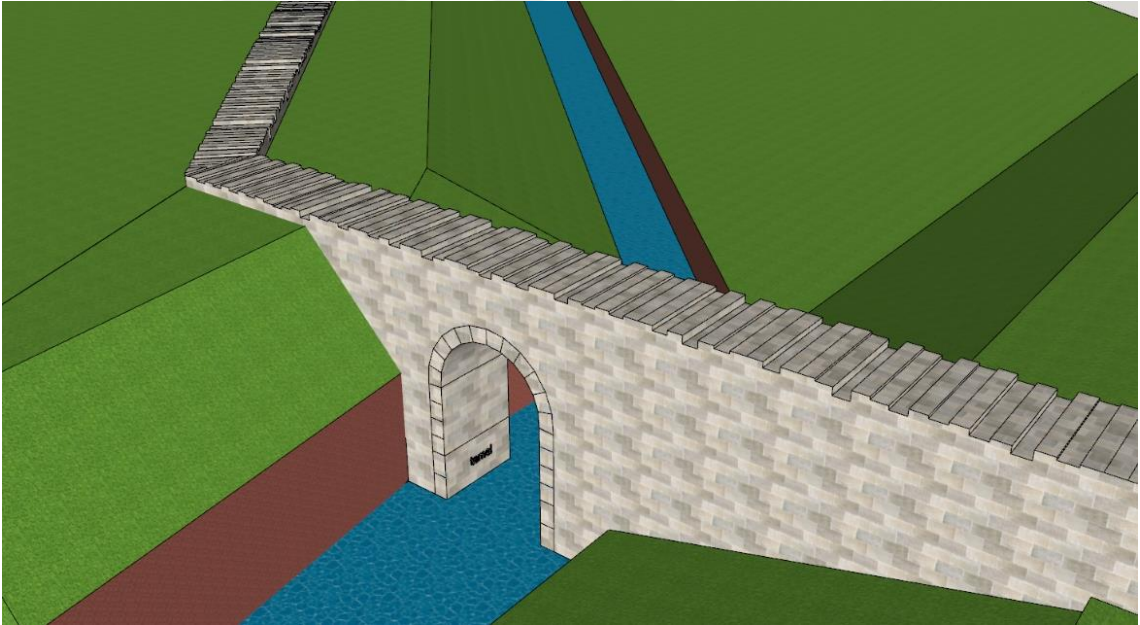
Çizelge 4.14 Kışlacık Su Yolu Köprüsü 2 genel özellikleri.

Köprü	Köprü	Kemer Sayısı	Kemer	Mahmuz
Uzunluğu (m)	Genişliği (m)		Açıklıkları (m)	Bilgisi
13.80	2.20	1	3.00	Yok

Köprüünün kroki ve rölöve çalışmalarından elde edilen bilgiler doğrultusunda oluşturulan üç boyutlu modelin köprüye ait görünüşü Şekil 4.16’da verilmiştir. Şekil 4.16 da oluşturulan köprü modeli köprüünün üst perspektifini ifade etmektedir.



Resim 4.21 Kışlacık Su Yolu Köprüsü 2.



Şekil 4.16 Kışlacık Su Yolu Köprüsü 2, 3D Modellemesi.

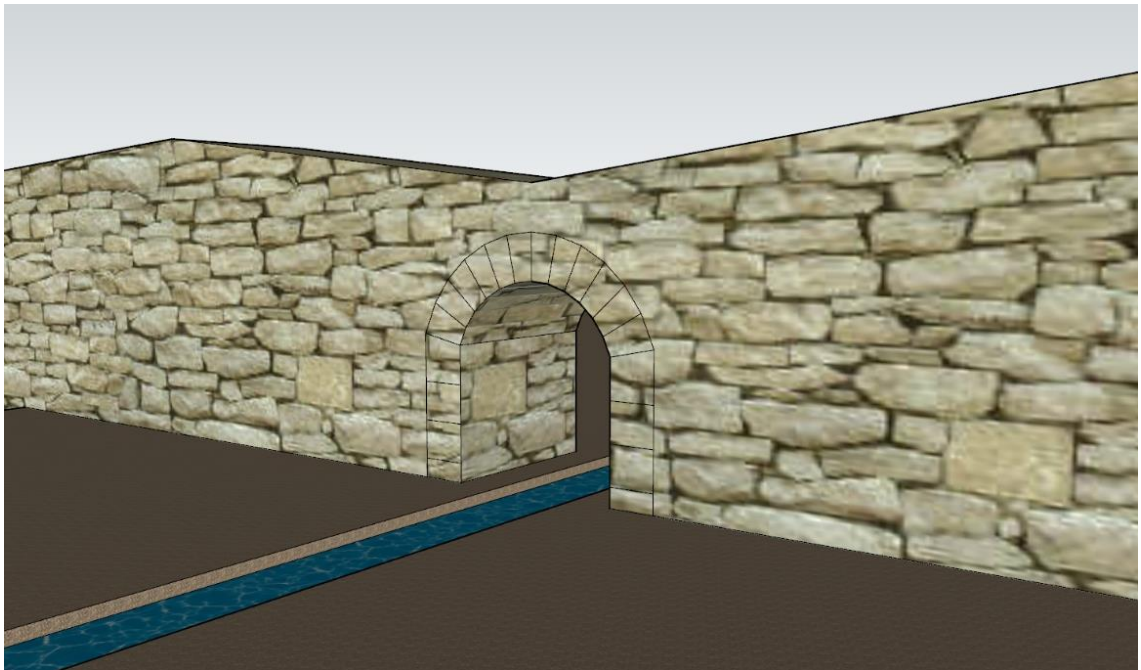
4.1.1.11 Kışlacık Su Yolu Köprüsü 3

Afyonkarahisar ilinin Kışlacık Mahallesiinde mezarlığın karşısında bulunan su kemeri

özelliği taşıyan tarihi taş köprünün genişliği 1.50 m kemer açıklığı 1.36 m uzunluğu ise su yolu boyunca devam etmektedir. Dağınık taşlarla inşa edilmiş olan köprü restorasyon geçirmemiştir (Resim 4.22). Köprünün bulunduğu su yolunun tamamı tescil belgelidir.



Resim 4.22 Kışlacık Su Yolu Köprüsü 3.



şekil 4.17 Kışlacık Su Yolu Köprüsü 3, 3D Modellemesi.

Köprünün kroki ve rölöve çalışmalarından elde edilen bilgiler doğrultusunda oluşturulan üç boyutlu modelin köprüye ait görünüşü Şekil 4.17’de verilmiştir. Şekil 4.17 de oluşturulan köprü modeli köprünün mansap cephesinden elde edilmiştir.

4.1.1.12 Saraydüzü (Araplı) Köprüsü

Afyonkarahisar ilinin Saraydüzü Köyü’nde Araplı Çayı üzerinde bulunan tarihi taş köprü iki gözlüdür. Bu köprüye ait yerinde ölçüm sonucu elde edilen genel özellikler Çizelge 4.15 de verilmiştir.

Çizelge 4.15 Saraydüzü (Araplı) Köprüsü genel özellikleri.

Köprü	Köprü	Kemer Sayısı	Kemer	Mahmuz
Uzunluğu (m)	Genişliği (m)		Açıklıkları (m)	Bilgisi
28.20	6.10	2	7.40, 10.00	Dairesel kesitli 1 adet memba 1 adet mansap



Resim 4.23 Araplı Köprüsü ön cephe (KGM).

Tescil belgesi bulunan ve restorasyon geçirmiş olan tarihi taş köprünün restorasyon

esnasında kemerlerinin üzerine betonarme kemer, köprü döşemesine ise betonarme korniş yapılmıştır. KGM kayıtlarına göre Osmanlı döneminde yapılmış olan köprünün hem memba hem de mansap bölümünde dairesel kesitli mahmuzları vardır. Köprünün üzerinde çelik korkuluklar bulunmaktadır (Resim 4.23).

Köprünün yakınlarında AFJET (Afyonkarahisar Jeotermal) tesisi vardır. AFJET dağıtım kanalları köprüye çok yakın geçmektedir. Boruların varlığı tarihi köprünün görseline bozmaktadır ve köprüye zarar verebilme potansiyeline sahiptir (Resim 4.24).



Resim 4.24 Araplı Köprüsü arka cephe.

Köprünün kroki ve rölöve çalışmalarından elde edilen bilgiler doğrultusunda oluşturulan üç boyutlu modelin renderı alınmış ve köprüye ait görünüş Şekil 4.18’de verilmiştir. Şekil 4.18 memba cephesinden elde edilmiş bir görüntüdür Köprünün mevcut durumu çevresindeki yapısal olmayan elemanlardan arındırılarak görsellere yansıtılmaya çalışılmıştır.



Şekil 4.18 Araplı Köprüsü 3D Modellemesi.

4.1.1.13 Saraydüzü Bent Köprüsü

Afyonkarahisar ilinin Saraydüzü Köyü'nde yer alan tarihi taş köprü iki gözlüdür. Düzgün kemse taştan inşa edilmiş olan köprünün döşemesindeki taşların yer yer düşmesi nedeniyle köprü genişliği 4.10 m olmasına rağmen 2.70 m' ye kadar düşmektedir (Resim 4.25). Kemer bölümlerinde ve döşemenin kemer ile birleşim noktalarında da kesme taşların düştüğü gözlenmektedir (Resim 4.26). Bu köprüye ait yerinde ölçüm sonucu elde edilen genel özellikler Çizelge 4.16 da verilmiştir.

Çizelge 4.16 Saraydüzü Bent Köprüsü genel özellikleri.

Köprü	Köprü	Kemer Sayısı	Kemer	Mahmuz
Uzunluğu (m)	Genişliği (m)		Açıklıkları (m)	Bilgisi
16.90	4.10-2.70	2	3.90, 4.10	Yok

Restorasyon geçirmemiş ve tescil belgesi bulunmayan köprüde ciddi ölçüde onarıma ihtiyaç vardır. Köprü mimari yapısı bakımından Zompi Köprüsüne benzemektedir, Zompi Köprüsü Osmanlı döneminde yapıldığı bilindiği için Bent Köprüsü'nün de Osmanlı dönemi özelliği taşıdığı düşünülmektedir.

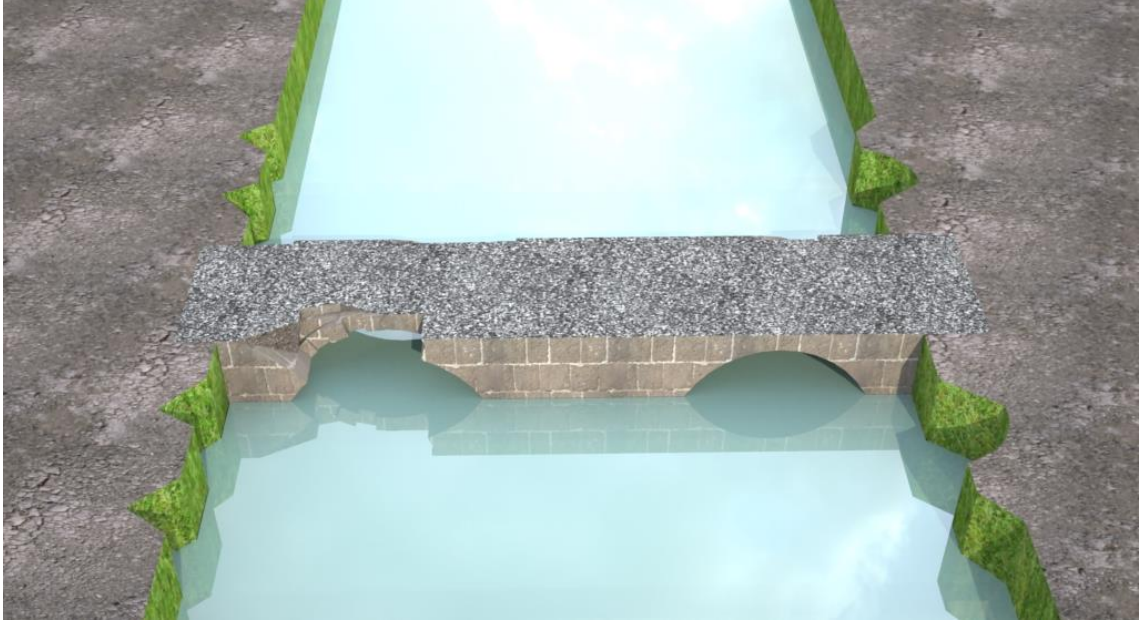


Resim 4.25 Saraydüzü Bent Köprüsü.



Resim 4.26 Saraydüzü Bent Köprüsü üstten görünümü.

Köprünün kroki ve rölöve çalışmalarından elde edilen bilgiler doğrultusunda oluşturulan üç boyutlu modelin renderı alınmış ve köprüye ait görünüş Şekil 4.19’da verilmiştir. Şekil 4.19 da oluşturulan köprü modeli köprünün üst perspektifini ifade etmektedir. Renderlarda, köprüde mevcut olan hasarların görüntüsü elde edilmeye çalışılmıştır.



Şekil 4.19 Saraydüzü Bent Köprüsü 3D Modellemesi.

4.1.1.14 Horasan Köprüsü

Afyonkarahisar İlinin Nuribey Kasabası Mehmet Akif Ersoy Mahallesi’nde yer alan Osmanlı dönemi özelliği taşıyan tarihi taş köprü tek gözlüdür. Bu köprüye ait yerinde ölçüm sonucu elde edilen genel özellikler Çizelge 4.17 de verilmiştir.

Çizelge 4.17 Horasan Köprüsü genel özellikleri.

Köprü	Köprü	Kemer Sayısı	Kemer	Mahmuz
Uzunluğu (m)	Genişliği (m)		Açıklıkları (m)	Bilgisi
Memba 4.50	3.70-2.70	1	1.20	Yok
Mansap 3.40				

Köprünün memba bölümü ve mansap bölümü uzunluğu ve genişliği kesme taşların düşmesi nedeniyle farklılık göstermektedir. Köprünün memba bölümü uzunluğu 4.50 m, mansap bölümü uzunluğu 3.40 m dir (Resim 4.27).



Resim 4.27 Horasan Köprüsü (KGM).



Resim 4.28 Horasan Köprüsü üstten görünüş.

Köprüde ciddi ölçüde hasar vardır ve restorasyonu yapılmamıştır. Tescil kaydı vardır. Geçtiğimiz yıllarda kasabaya DSİ tarafından taşkın koruma yapılmış ancak taşkın koruma köprüünün etrafında devam etmediği ve açık havza şeklinde bırakıldığı için köprü etrafı bitkiler ve akarsu atıklarıyla dolmuş durumdadır (Resim 4.28). Bundan dolayı köprü risk altındadır. Bu durumun giderilmesi için önlemlerin alınması ve restorasyon çalışmalarının yapılması önerilmektedir.

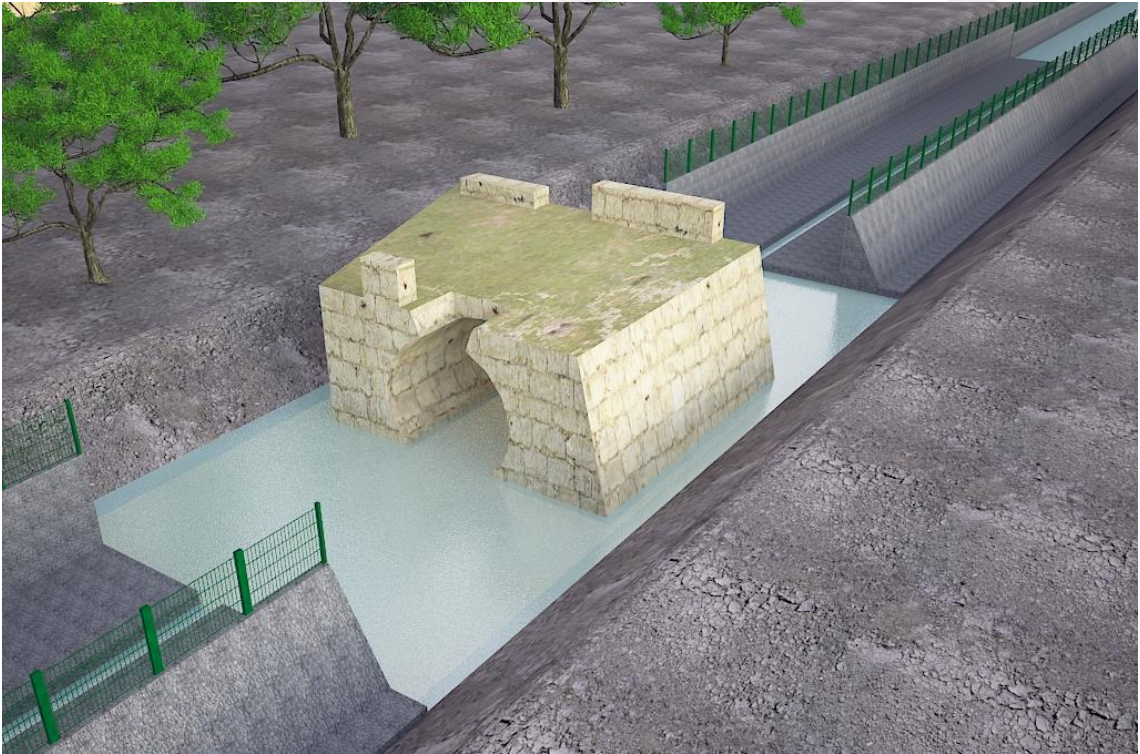


Şekil 4.20 Horasan Köprüsü 3D Modellemesi.

Köprüünün kroki ve rölöve çalışmalarından elde edilen bilgiler doğrultusunda oluşturulan üç boyutlu modelin renderı alınmış ve köprüye ait üç görünüş Şekil 4.20, Şekil 4.21 ve Şekil 4.22’de verilmiştir. Şekil 4.20 de oluşturulan köprü modeli köprüünün yan perspektifini ifade etmektedir. Şekil 4.21 de su seviyesindeki memba cephesinden elde edilmiş bir görüntüdür. Şekil 4.22 de ise oluşturulan köprü modeli köprüünün üst perspektifini mansap cephesindeki görüntüsünü ifade etmektedir. Renderlarda, köprüünün hasar durumu da dikkate alınarak çevresindeki taşkın koruma ve açık havza yapılarına da görsellerde yer verilmeye çalışılmıştır.



Şekil 4.21 Horasan Köprüsü 3D Modellemesi ön cephe görünüş.



Şekil 4.22 Horasan Köprüsü 3D Modellemesi üstten görünüş.

4.1.1.15 İki Göz Küçük Çobanlar Köprüsü

Afyonkarahisar ilinin Küçük Çobanlar Köyü yolu üzerinde yer alan tarihi taş köprü üç gözlü olup Osmanlı dönemi özelliği taşımaktadır. Bu köprüye ait yerinde ölçüm sonucu elde edilen genel özellikler Çizelge 4.18 de verilmiştir.

Çizelge 4.18 İki göz Köprüsü genel özellikleri.

Köprü	Köprü	Kemer Sayısı	Kemer	Mahmuz
Uzunluğu (m)	Genişliği (m)		Açıklıkları (m)	Bilgisi
16.40	3.40	3	3.00, 3.80, 2.60	Yok

Asfalt yolun altında bulunan tarihi köprünün kemerleri düzgün kesme taş, diğer kısımları ise dağınık taşlarla inşa edilmiştir (Resim 4.29). Köprü genişliği asfalt yol ile uyum sağlamamaktadır. Asfalt yolu genişletmek için köprünün batı tarafı yaklaşık 5m doldurulmuştur (Resim 4.30). Köprünün yolun altında kalması nedeniyle köprü kemerlerinin doldurulan yola bakan batı tarafı kesme taş ile örülmüş ve dolgu malzemesinin köprüye doğru gelmesine engel olunmuştur. Köprünün kornişlerinin olduğu bölümdeki taşları yer yer düşmüştür.



Resim 4.29 İki göz Köprüsü.

Anonim (2001)'e göre köprünün batı yüzünde dalga kıranlar vardır. Ancak batı yüzeyinin doldurulmuş olması nedeniyle dalga kıranları günümüzde göremiyoruz. Tescil belgesine bulunan köprünün etrafında bol miktarda çöp ve atık bulunmaktadır. Bu atıkların temizlenmesi gerekmektedir.



Resim 4.30 İkigöz Köprüsü doldurulmuş kemer görünümü.

Batı yüzünde üçgen kesitli mahmuzlar mevcuttur. Ortadaki kemer gözü iki yandakilere göre daha geniş ve yüksektir. İki yana doğru eğimli olan köprünün, bugün korkulukları mevcut değildir. 1998 yılında köprünün orta kemerinin bir bölümü çökmüştür (Anonim, 2001).

Sivri kemerli üç gözlü köprü yakın zamanda onarılmıştır. Onarım öncesi kemer gözlerinden birisi kapalı durumdadır. Bu nedenle halk arasında İki göz Köprü diye anılmaktadır. Ortadaki kemer gözü iki yandakilere göre daha geniş ve yüksektir. İki yana doğru eğimli olan köprünün, bugün korkulukları mevcut değildir (Daş, 1997).



Şekil 4.23 Küçük Çobanlar İki Göz Köprüsü 3D Modellemesi.

Köprü'nün kroki ve rölöve çalışmalarından elde edilen bilgiler doğrultusunda oluşturulan üç boyutlu modelin renderı alınmış ve köprüye ait görünüş Şekil 4.23'de verilmiştir. Şekil 4.23 de oluşturulan köprü modeli köprü'nün mansap cephesindeki perspektifini ifade etmektedir. Renderlarda köprü'nün mevcut halinin görüntüsü elde edilmeye çalışılmıştır.

4.1.2 Afyonkarahisar'ın Sandıklı İlçesindeki Köprüler

4.1.2.1 Karadirek Köprüsü

Afyonkarahisar ili Sandıklı İlçesi Karadirek Köyü'nün girişinde bulunan tarihi taş köprü dört gözlüdür. Mimari özellikleri bakımından Osmanlı dönemini yansıtan köprü'nün tescil belgesi bulunmaktadır. Köprü'nün korkuluk taşları ve kornişlerdeki taşları yer yer düşmüştür. Düzgün bazalt taşla inşa edilmiş olan köprü'nün ayaklarında üçgen profilli mahmuzları vardır. Bu köprüye ait yerinde ölçüm sonucu elde edilen genel özellikler Çizelge 4.19 da verilmiştir.

Çizelge 4.19 Karadirek Köprüsü genel özellikleri.

Köprü Uzunluğu (m)	Köprü Genişliği (m)	Kemer Sayısı	Kemer Açıklıkları (m)	Mahmuz Bilgisi
23.90	4.00	4	4.00, 4.00, 4.00, 4.00	Üçgen profilli 3 adet

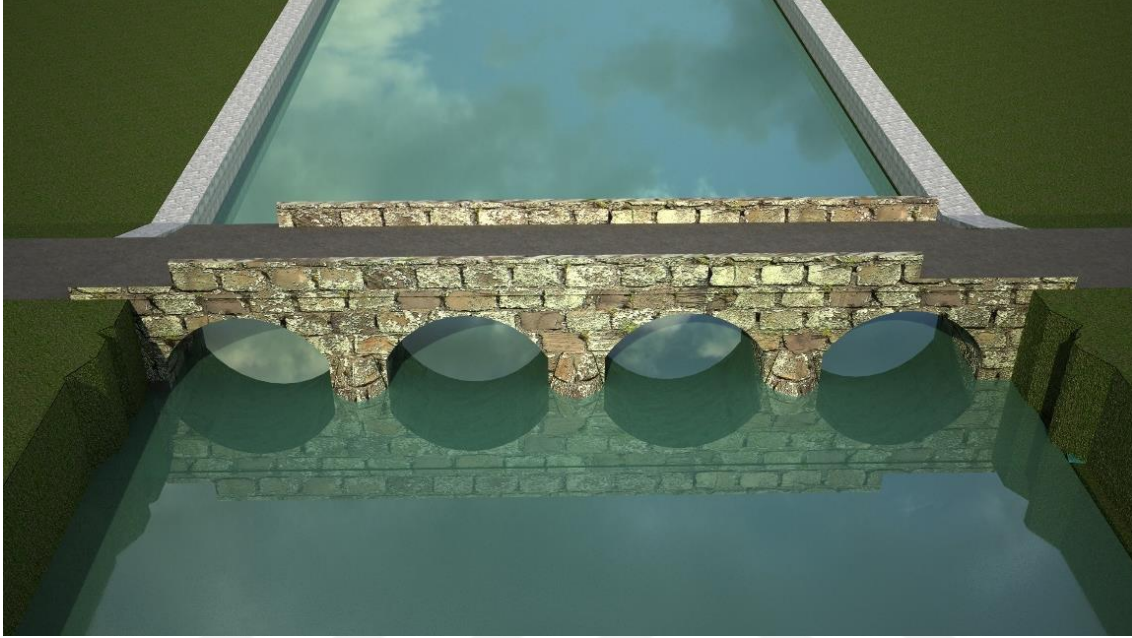
KGM’den alınan envanter kayıtlarına göre Köprüye 1983 yılında radye temel yapılmıştır. Restorasyonu olan köprü halen sağlam ve kullanılabilir durumdadır. DSİ tarafından tarihi taş köprünün karşısına yeni bir köprü inşa edilmiştir ve trafik o köprüden akmaktadır (Resim 4.31). Köprünün ikinci ve üçüncü kemerinin arasında kitabesi vardır. Kitabede “1934 sahibil hayrat vel hasanat kilandirasli kırkalı oğlunalılara” yazmaktadır.



Resim 4.31 Karadirek Köprüsü.

Köprünün kroki ve rölöve çalışmalarından elde edilen bilgiler doğrultusunda oluşturulan üç boyutlu modelin renderı alınmış ve köprüye ait görünüş Şekil 4.24’de

verilmiştir. Şekil 4.24 de oluşturulan köprü modeli köprünün üst perspektifini ifade etmektedir. Renderlarda köprünün mevcut durumunun ve hasarlarının bulunduğu gerçeğe yakın bir görüntü elde edilmeye çalışılmıştır.



Şekil 4.24 Karadirek Köprüsü 3D Modellenmesi.

4.1.2.2 Yolkonak (İsmihan Nihan Nene) Köprüsü

Afyonkarahisar ilinin Sandıklı ilçesinin Resul (Yolkonak) Köyü'nde bulunan köprü tek gözlü ve yassı kemerlidir. Yöre halkının 1800'lü yıllarda yapıldığını belirttikleri köprünün kitabesi bulunmadığı için köprünün yapıldığı tarih net olarak bilinmemektedir. İsmi köprüyü yaptıran hayırsever kadından alan köprü İpek yolu güzergahında olup Sandıklı Hüdayi Kaplıcalarına gidiş yolu olarak kullanılmıştır. Bu köprüye ait yerinde ölçüm sonucu elde edilen genel özellikler Çizelge 4.20 de verilmiştir.

Çizelge 4.20 Yolkonak (İsmihan Nihan Nene) Köprüsü genel özellikleri.

Köprü	Köprü	Kemer Sayısı	Kemer	Mahmuz
Uzunluğu (m)	Genişliği (m)		Açıklıkları (m)	Bilgisi
5.00	4.10	1	5	Yok



Resim 4.32 Yolkonak Köprüsü.

Köprü kemeri bakımından çevresinde bulunan diğer köprülerden farklı olması nedeniyle dikkat çekmektedir. Bu tarz kemerlerin orta çağda da kullanıldığı bilinmektedir. Restorasyon geçirmiştir ve kullanılabilir durumda olan köprünün korkuluğundaki kesme taşlar yer yer düşmüştür (Resim 4.32).



Şekil 4.25 Yolkonak Köprüsü 3D Modellenmesi.

Köprünün kroki ve rölöve çalışmalarından elde edilen bilgiler doğrultusunda oluşturulan üç boyutlu modelin renderı alınmış ve köprüye ait görünüş Şekil 4.25’de verilmiştir. Şekil 4.25 de oluşturulan köprü modeli köprünün yan cephe perspektifini ifade etmektedir.

4.1.2.3 Başağaç Köprüsü

Afyonkarahisar ilinin Sandıklı ilçesinin Başağaç Köyü’nde yer alan tarihi taş köprü dört gözlüdür. Bu köprüye ait yerinde ölçüm sonucu elde edilen genel özellikler Çizelge 4.21 de verilmiştir.

Çizelge 4.21 Başağaç Köprüsü genel özellikleri.

Köprü Uzunluğu (m)	Köprü Genişliği (m)	Kemer Sayısı	Kemer Açıklıkları (m)	Mahmuz Bilgisi
30.65	4.80	4	5.95, 5.95, 5.95, 5.95	Üçgen profilli 3 adet



Resim 4.33 Başağaç Köprüsü.

Düzgün kesme taş kullanılan köprüde köprü ayaklarına betonarme ek yapılmıştır. Restorasyon yapılmış ve kullanılabilir durumda olan köprünün demir korkulukları vardır (Resim 4.33). Ayrıca köprünün kuzey cephesinde 3 adet mahmuzu vardır.



Resim 4.34 Başağaç Köprüsü kitabesi.

Köprünün güney cephesinde ikinci ve üçüncü göz arasında kitabesi bulunmaktadır (Resim 4.34). Bu kitabede Türkçeye çevrilmiş haliyle “Sahib-ül Hayrat vel-hasenat Himmet oğlu ... Ali Ağa (kırılmış ya da kazınmış yerde Mustafa veya başka bir lakap olabilir) 25 Şevval 325 (1 Aralık 1907 Pazar) Eğer buradaki rakamlar taramada tam çıkarsa 25 Şevval 1257 okunur, olabilir ki 10 Aralık 1841 Cuma gününe tekabül eder.” yazmaktadır (İnt. Kay.9).



Şekil 4.26 Başağaç Köprüsü 3D Modellenmesi.

Köprü'nün kroki ve rölöve çalışmalarından elde edilen bilgiler doğrultusunda oluşturulan üç boyutlu modelin renderı alınmış ve köprüye ait iki görünüş Şekil 4.26 ve Şekil 4.27'de verilmiştir. Şekil 4.26 mansap cephesinden elde edilmiş bir görüntüdür. Şekil 4.27 de ise oluşturulan köprü modeli köprü'nün üst perspektifini ifade etmektedir.



Şekil 4.27 Başağaç Köprüsü 3D Modellenmesi üstten görünüş.

4.1.2.4 Başağaç Giriş Köprüsü

Afyonkarahisar ilinin Sandıklı ilçesinin Başağaç Köyü'nün giriş bölümünde asfalt yol üzerinde yer almakta olan köprü tek gözlüdür. Düzgün kesme taştan inşa edilmiş olan köprünün memba ve mansap bölümlerinde restorasyondan kaynaklı farklılıklar mevcuttur (Resim 4.35). Bu köprüye ait yerinde ölçüm sonucu elde edilen genel özellikler Çizelge 4.22 de verilmiştir.

Çizelge 4.22 Başağaç Giriş Köprüsü genel özellikleri.

Köprü	Köprü	Kemer Sayısı	Kemer	Mahmuz
Uzunluğu (m)	Genişliği (m)		Açıklıkları (m)	Bilgisi
7.50	11.60	1	2.50	Yok



Resim 4.35 Başağaç Giriş Köprüsü kuzey bölümü.

Memba bölümünde köprü restorasyonu sırasında kullanılan harcın düzgün bir şekilde uygulanmaması nedeniyle kesme taşlar gözükmemekte ve betonarme bir köprüyü andırmaktadır (Resim 4.36). Köprünün korkuluğu mevcuttur.



Resim 4.36 Başağaç Giriş Köprüsü güney bölümü.

Köprünün kroki ve rölöve çalışmalarından elde edilen bilgiler doğrultusunda oluşturulan üç boyutlu modelin renderı alınmış ve köprüye ait görünüş Şekil 4.28’de verilmiştir. Şekil 4.28 su seviyesinde mansap cephesinden elde edilmiş bir görüntüdür.



Şekil 4.28 Başağaç Giriş Köprüsü 3D Modellenmesi.

4.1.3.1 Balmahmut Köprüsü

Afyonkarahisar ilinin Sinanpaşa ilçesinin Balmahmut Köyü'nde Afyonkarahisar-İzmir karayoluna 340 m uzaklıkta olan düzgün bazalt ve andezit taştan inşa edilmiş olan tarihi taş köprü üç gözlüdür. Köprü döşemesinde bulunan kesme taşların yer yer düşmesi nedeniyle 4.15 m olan köprü genişliği 3.70 m ye kadar daralmaktadır. Bu köprüye ait yerinde ölçüm sonucu elde edilen genel özellikler Çizelge 4.23 de verilmiştir.

Çizelge 4.23 Balmahmut Köprüsü genel özellikleri.

Köprü Uzunluğu (m)	Köprü Genişliği (m)	Kemer Sayısı	Kemer Açıklıkları (m)	Mahmuz Bilgisi
16.20	4.15-3.70	3	2.60, 2.60, 2,60	Dairesel kesitli 2 adet yıkılmış



Resim 4.37 Balmahmut Köprüsü arka cephe görünüşü.

Köprünün tescil belgesine göre korkuluğu bulunmamaktadır. Ancak güney bölgesinde korkuluk taşlarına rastlanmaktadır. Korkuluk taşları yer yer dökülmüş olup 30 cm yüksekliğindedir. Bu bölümde bulunan kornişlerde ve köprünün ayaklarında kesme

taşlar yer yer düşmüştür. Bakıma ihtiyacı olan köprünün kuzey bölümünde yer alan kornişler ve mahmuzlar ciddi ölçüde hasar görmüştür. Köy halkıyla görüşüldüğünde, köprünün kitabesinin var olduğu ancak birkaç yıl önce çalındığı bilgisi elde edilmiştir. (Resim 4.37).

4.1.3.2. Akören Köprüsü

Afyonkarahisar'ın Sinanpaşa ilçesinin Akören Köyü'nde bulunan tarihi taş köprü iki gözlüdür. Düzgün kesme taş bazalt ve travertenden inşa edilmiş olan köprünün korkuluğu vardır. KGM envanter kayıtlarına göre Osmanlı dönemine ait olduğu düşünülen köprünün tescil belgesi mevcuttur. Bu köprüye ait yerinde ölçüm sonucu elde edilen genel özellikler Çizelge 4.24 de verilmiştir.

Çizelge 4.24 Akören Köprüsü genel özellikleri.

Köprü	Köprü	Kemer Sayısı	Kemer	Mahmuz
Uzunluğu (m)	Genişliği (m)		Açıklıkları (m)	Bilgisi
16.40	4.00	2	2.05, 2.05	Yok



Resim 4.38 Akören Köprüsü.

Köprüyü 90 m boyunca taş yol takip eder (Resim 4.38). Restorasyonu yapılmış olan köprü kullanılabilir durumdadır ancak herhangi bir yola bağlı olmadığı için aktif olarak kullanılmamaktadır.

Köprünün kroki ve rölöve çalışmalarından elde edilen bilgiler doğrultusunda oluşturulan üç boyutlu modelin renderı alınmış ve köprüye ait görünüş Şekil 4.29’da verilmiştir. Şekil 4.29 da oluşturulan köprü modeli köprünün yan perspektifini ifade etmektedir. Renderlarda köprünün mevcut durumu gösterilmektedir.



Şekil 4.29 Akören Köprüsü 3D Modellenmesi.

4.1.3.3 Saraycık 1 (Garipçe) Köprüsü

Afyonkarahisar İlinin Sinanpaşa İlçesinin Garipçe Köyü girişinde asfalt yol üzerinde kullanılabilir durumda olan tarihi taş köprü tek gözlüdür. Bu köprüye ait yerinde ölçüm sonucu elde edilen genel özellikler Çizelge 4.25 de verilmiştir.

Çizelge 4.25 Saraycık 1 Köprüsü genel özellikleri.

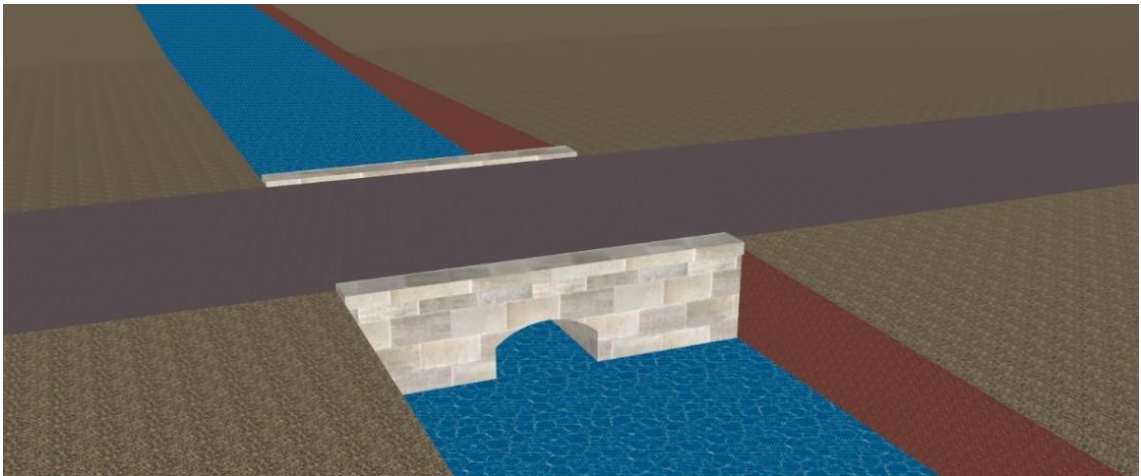
Köprü	Köprü	Köprü	Köprü	Köprü
Uzunluğu (m)	Genişliği (m)	Köprü Sayısı	Açıklıkları (m)	Mahmuz Bilgisi
5.60	6.90	1	1.60	Yok

Düzgün kesme taştan inşa edilmiş ve restorasyonu olan köprünün kornişi vardır (Resim 4.39).



Resim 4.39 Saraycık 1 Köprüsü.

Köprünün kroki ve rölöve çalışmalarından elde edilen bilgiler doğrultusunda oluşturulan üç boyutlu modeli alınmış ve köprüye ait görünüş Şekil 4.30’da verilmiştir. Şekil 4.30 da oluşturulan köprü modeli köprünün üst perspektifini ifade etmektedir.



Şekil 4.30 Saraycık 1 Köprüsü 3D Modellemesi.

4.1.3.4 Saraycık 2 (Garipçe) Köprüsü

Afyonkarahisar ilinin Sinanpaşa ilçesinin Garipçe Köyü girişinde asfalt yol üzerinde, düzgün kesme taştan inşa edilmiş olan köprü tek gözlüdür (Resim 4.40). Kesme taşları yer yer düşmüş olan köprü restorasyon geçirmiş ve kullanılabilir durumdadır. Bu köprüye ait yerinde ölçüm sonucu elde edilen genel özellikler Çizelge 4.26 da verilmiştir.

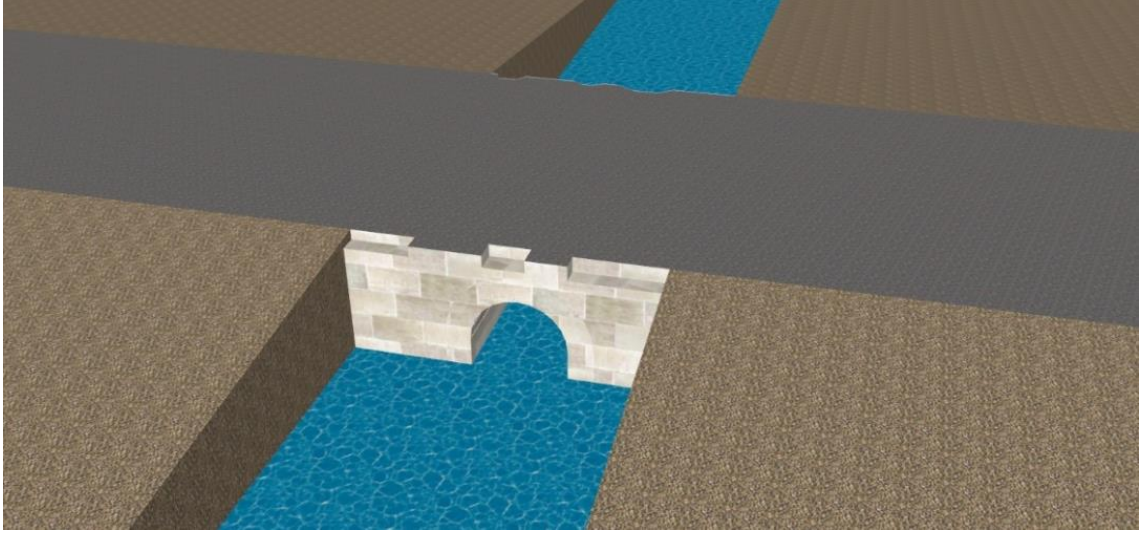
Çizelge 4.26 Saraycık 2 Köprüsü genel özellikleri.

Köprü Uzunluğu (m)	Köprü Genişliği (m)	Kemer Sayısı	Kemer Açıklıkları (m)	Mahmuz Bilgisi
4.80	7.10	1	1.50	Yok



Resim 4.40 Saraycık 2 Köprüsü.

Köprünün kroki ve rölöve çalışmalarından elde edilen bilgiler doğrultusunda oluşturulan üç boyutlu modeli alınmış ve köprüye ait görünüş Şekil 4.31’de verilmiştir. Şekil 4.31 de oluşturulan köprü modeli köprünün üst perspektifini ifade etmektedir.



Şekil 4.31 Saraycık 2 Köprüsü 3D Modellemesi.

4.1.3.5 Saraycık 3 (Garipçe) Köprüsü

Afyonkarahisar ilinin Sinanpaşa ilçesinin Garipçe Köyü girişinde asfalt yol üzerinde bulunan tek gözlü köprü düzgün kesme taştan inşa edilmiştir. Köprü restorasyon geçirmiş ve kullanılabilir durumdadır ancak yer yer kesme taşlar düşmüştür onarıma ihtiyaç vardır (Resim 4.41). Bu köprüye ait yerinde ölçüm sonucu elde edilen genel özellikler Çizelge 4.27 de verilmiştir.

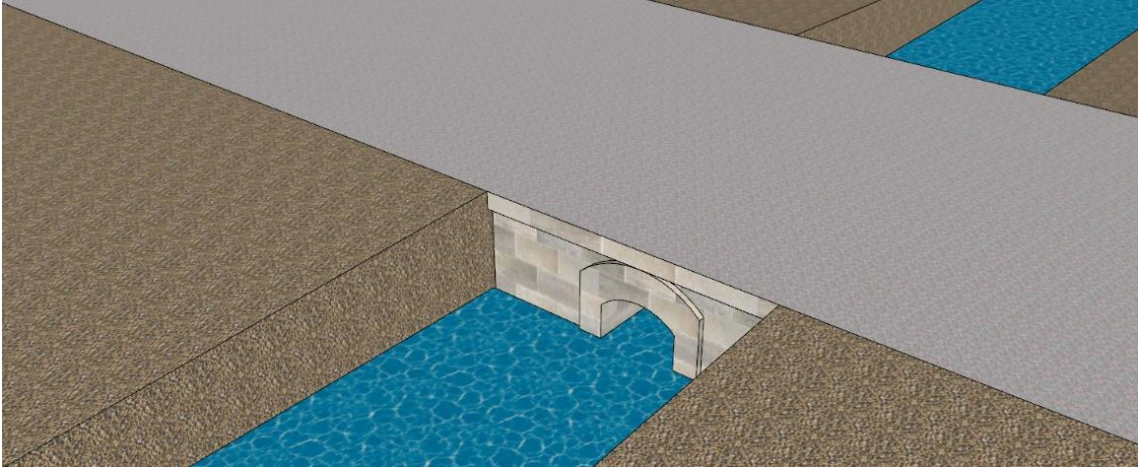
Çizelge 4.27 Saraycık 3 Köprüsü genel özellikleri.

Köprü	Köprü	Kemer Sayısı	Kemer	Mahmuz
Uzunluğu (m)	Genişliği (m)		Açıklıkları (m)	Bilgisi
3.90	6.90	1	1.00	Yok



Resim 4.41 Saraycık 3 Köprüsü.

Köprünün kroki ve rölöve çalışmalarından elde edilen bilgiler doğrultusunda oluşturulan üç boyutlu modeli alınmış ve köprüye ait görünüş Şekil 4.32’de verilmiştir. Şekil 4.32 de oluşturulan köprü modeli köprünün üst perspektifini ifade etmektedir.



Şekil 4.32 Saraycık 3 Köprüsü 3D Modellemesi.

4.1.4 Afyonkarahisar’ın Bolvadin İlçesindeki Köprüler

4.1.4.1 Kırkgöz Köprüsü

Afyonkarahisar ilinin Bolvadin ilçe merkezinin dışında, Eber Gölüne dökülen Akarçay

üzerinde bulunan ve 57 kemer açıklığına sahip olan köprü bulunduğu konum nedeniyle sürekli önemini korumuş olup Roma, Doğu Roma, Selçuklu ve Osmanlı dönemi olmak üzere birçok dönemin özelliğini üzerinde taşır. Bu köprüye ait yerinde ölçüm sonucu elde edilen genel özellikler Çizelge 4.28 de verilmiştir.

Çizelge 4.28 Kırkgöz Köprüsü genel özellikleri.

Köprü	Köprü	Kemer Sayısı	Kemer	Mahmuz
Uzunluğu (m)	Genişliği (m)		Açıklıkları (m)	Bilgisi
407.80	4.38-5.00	57	1.50-3.00, 49 tane kemer 3.00-5.50, 8 tane kemer	batı bölümünde 13 tane, doğu bölümünde 10 tane üçgen profilli



Resim 4.42 Kırkgöz Köprüsü.

Köprü kemer yükseklikleri 1.65 ile 2.70 m arasında değişmektedir (Resim 4.42). Döşemesi dağınık andezit, bazalt kesme taş ve mermer devşirme taşlarla inşa edilmiş olan köprünün iki tarafında düzgün kesme andezit taştan korkuluk mevcuttur.



Resim 4.43 Kırkgöz Köprüsü restorasyon geçirmeden önceki görünümü (Üyümez ve Kaya).



Resim 4.44 Kırkgöz Köprüsü ayaklarında gözüken devşirme malzemeler.

Köprü girişine 2 tane taştan çörten (suyun yapının dışına alınmasına yarayan; kagir

yapılarda tas/betondan yapılan dışarı doğru uzanmış oluk) konulmuştur. Köprünün kuzey ve güney ucuna gidildikçe kemerlerin arasındaki mesafe artmıştır. Orta bölümlerde kemerler arasındaki mesafe giderek azalmaktadır (Resim 4.43).

Köprü ayaklarında ve duvarlarında Helenistik devir yapı taşlarına, Roma ve Bizans dönemlerine ait mimari parçalara, hatta mezar taşlarına bile rastlanmaktadır (Resim 4.44). Köprünün kemerleri orta kısımda daha geniş ve sivri tonozlu, uçlara doğru küçük ve basıktır. Orta bölümlerine gidildikçe kemer ayaklarının doğusu ve batısı yönünde, kemer açıklıklarının ise iç bölgesine doğru olmak üzere genişlikleri 8 ile 40 cm arasında değişen parapet şeklinde temel sistemi gözükmektedir (Resim 4.45). Zamanla dere yatağı değiştirilmiş olan Kırkgöz köprüsünün bulunduğu bölümde şu anda hiç su yoktur. Su Kırkgöz köprüsünün yakınına DSİ tarafından yapılan köprünün altından akmaktadır. Köprünün batı bölümünde 13 tane üçgen kesitli mahmuzu, doğu bölümünde ise 10 tane üçgen kesitli mahmuzu vardır. Ayrıca batı bölümünde dere yatağına merdivenle inilen bir bölüm bulunmaktadır.



Resim 4.45 Kırkgöz Köprüsü arka cephe.

Parsana (1991)'ya göre köprü, biri Ortaçağ diğeri 16.yy Osmanlı devri olarak iki parçanın birleşmesinden meydana gelmektedir. Güney-kuzey doğrultusunda uzanmakta ve Bolvadin yönünden 42 kemer gözü ilk yapıya, geriye kalan 22 kemer gözü de Kanuni dönemindeki ilaveye aittir. Başlangıçta 64 kemerli olan köprünün yedi kemeri Cumhuriyet döneminde Devlet Su İşleri tarafından Akarçay'ın yatağını genişletmek amacıyla yıktırılmıştır. Bugün köprü 57 gözden ibarettir. Fevzi Gümüş, Türk kültüründe çokluklar 'kırklar' şeklinde ifade edildiği için bu köprünün de 'Kırkgöz Köprüsü' diye ifade edildiğini söylemiştir. Köprünün yapımında düzgün kesme taş, renkli mermer ve bolca devşirme malzeme kullanılmıştır. Bu malzemelerin Polybotun harabelerinden getirildiği söylenmektedir. Köprü düzgün bir eksen çizgisi göstermez. Kuzeyden itibaren düzgünce uzanan yapı on yedinci göz olan büyük kemerden itibaren güneye doğru hafifçe kıvrılır. İki yandan hafif hafif yükselen köprü platformun büyük kemer üzerinde en yüksek seviyeye ulaşır (Resim 4.46).



Resim 4.46 Kırkgöz Köprüsü ön cephe.

Kanuni Sultan Süleyman'ın kuvvetleri Bağdat seferi için bu köprüden geçmiş oldukları gibi, İstiklal savaşı sırasında son taarruzdan evvel yapılan yığınak harekâtında kuzeydeki 2.Ordudan güneydeki 1.Ordu bölgesine kaydırılan bazı tümenler de bu

Kırgöz Köprüsü’nden geçmişlerdir. Köprünün kitabesi sülüs tarzda Osmanlıca ve iki satır halindedir. İkinci satır, ayrı iki çerçeve içine alınmıştır. Her ikisi arasında bir “Ali” ismi okunmaktadır (Resim 4.47). Metin şöyledir:

1- ‘Amara bi-’ımaratı hazihi’l-kantarat as Sultan Süleyman b. Salim Han hullida
mulkahu ila ahırı’z-zaman

2- Kim ubur etdi bunu sağ ve esen –Tarihini didi tekrar-ı ahsen – 957

Yazıların sonunda rakam ile de H. 957 tarihi işaretlidir. Köprünün orta kısımlarında ve doğu yanında Mimar Sinan yapısı bir de namazgah bulunmaktadır. Buradan bir merdivenle Akarçay’a inilmektedir. Namazgah 2.70 m eninde ve 3.60 m boyunda olup köprü bedeninden dışarı taşmış bir durumdadır. Yukarda metni bildirilen kitabe de bu namazgah mahalinde bulunmaktadır. Türk İstiklal savaşında Sakarya’dan batıya çekilmek zorunda kalan Yunanlılar köprünün birkaç gözünü tahrip etmişler, namazgah da bu sırada harap olmuş ve kitabe Akarçay içine yuvarlanıp kaybolmuştur. Sonraki araştırmalarda kitabe bulunmuş ve Afyon müzesine nakledilmiştir. Köprünün orta kısmı yakınında 0.90x0.44 m Ölçülerinde beyaz bir taş üzerine kalemle açıklama işlenmiş olan bir onarım yazısına daha rastlanmıştır. Metin şöyledir: “Tamir tarihi Şubat 1338 – ikinci kolordu köprücü bölüğü mülazımı (teğmeni) Rıza-Dersaadet” (Çulpan 1968).



Resim 4.47 Kırkgöz Köprüsü Afyonkarahisar Müzesi’ndeki kitabesi.

Köprünün kroki ve rölöve çalışmalarından elde edilen bilgiler doğrultusunda oluşturulan üç boyutlu modelin renderı alınmış ve köprüye ait görünüş Şekil 4.33’de verilmiştir. Şekil 4.33 de oluşturulan köprü modeli köprünün üst perspektifini ifade etmektedir. Köprü modellemesi yapılırken birebir gerçek ölçüler kullanılmış ve malzeme seçiminin benzer olmasına dikkat edilmiştir.



Şekil 4.33 Kırkgöz Köprüsü 3D Modellemesi.

4.1.5 Afyonkarahisar’ın Şuhut İlçesindeki Köprüler

4.1.5.1 Dörtgöz Köprüsü

Afyonkarahisar ilinin Şuhut İlçesinde hisarın kuzeyinde Kali Çayı üzerinde yer alan ve dört gözlü olan köprü ismini bu özelliğinden almıştır. Köprü düzgün kesme bazalt ve andezit taştan inşa edilmiştir. Andezitlerin çelik ankrajlarla birbirine bağlanması ile oluşan korkuluğu vardır (Resim 4.48). Bu köprüye ait yerinde ölçüm sonucu elde edilen genel özellikler Çizelge 4.29 da verilmiştir.

Çizelge 4.29 Dörtgöz Köprüsü genel özellikleri.

Köprü Uzunluğu (m)	Köprü Genişliği (m)	Kemer Sayısı	Kemer Açıklıkları (m)	Mahmuz Bilgisi
40.00	4.00	4	4.00, 4.50, 5.30, 4.80	Yok



Resim 4.48 Dörtgöz Köprüsü doğu yüzeyi görünümü.



Resim 4.49 Dörtgöz Köprüsü batı yüzeyi görünümü.

Köprünün batı yüzünde, Roma dönemine ait mermerden taş parçaları kullanılmış olup bir tanesi kapı tipi mezar taşıdır. Başka bir tanesinin üzerinde ise yazı olup okunamamaktadır. Diğer taşların motifleri net değildir



Resim 4.50 Dörtgöz Köprüsü eski hali (Afyonkarahisar Müzesi).

KGM envanter kayıtlarına göre köprü Selçuklu dönemine aittir (Resim 4.49). Ancak bazı kaynaklarda Osmanlı dönemi eseri olduğu belirtilmiştir (Resim 4.50). Yuvarlak kemerli köprünün batı yüzünde Roma dönemine ait mermerden devşirme malzemeler kullanılmış olup, bunlardan biri kapı tipi gömüt taşı, ötekinde ise yazı olup okunamamaktadır (Anonim 2001). Köprüye 2003 yılında KGM tarafından restorasyon yapılmıştır.



Şekil 4.34 Dörtgöz Köprüsü 3D Modellenmesi.

Köprünün kroki ve rölöve çalışmalarından elde edilen bilgiler doğrultusunda oluşturulan üç boyutlu modelin renderı alınmış ve köprüye ait görünüş Şekil 4.34’de verilmiştir. Şekil 4.34 de oluşturulan köprü modeli köprünün üst perspektifini ifade etmektedir.

4.1.5.2 İkgöz (Üçgöz) Köprüsü

Afyonkarahisar ilinin Şuhut ilçesinde, hisarın batısında bulunan üç gözlü bir köprüdür. Düzgün kesme taştan inşa edilen köprünün iki adet mahmuzu vardır (Resim 4.51). Bu köprüye ait yerinde ölçüm sonucu elde edilen genel özellikler Çizelge 4.30 da verilmiştir.

Çizelge 4.30 İkgöz Köprüsü genel özellikleri.

Köprü Uzunluğu (m)	Köprü Genişliği (m)	Kemer Sayısı	Kemer Açıklıkları (m)	Mahmuz Bilgisi
14.00	3.70-2.50	3	2.80, 3.50, 3.20	Üçgen profilli 2 adet



Resim 4.51 Üçgöz Köprüsü kuzey bölümü.



Resim 4.52 Üçgöz Köprüsü eski hali (Afyonkarahisar Müzesi).



Resim 4.53 Üçgöz Köprüsü güney bölümü.

Bakıma ihtiyacı olan köprünün kuzey batı bölümünde korkuluk taşlarına rastlanmaktadır ve tescil belgesi vardır. Restorasyonu olmayan köprünün mimari

özellikleri incelendiğinde Osmanlı dönemine ait olduğu düşünülmektedir (Resim 4.52). DSİ köprüünün hemen yanına yeni bir köprü inşa ettiği için köprü kullanılmamaktadır (Resim 4.53).

Köprüünün kroki ve rölöve çalışmalarından elde edilen bilgiler doğrultusunda oluşturulan üç boyutlu modelin renderı alınmış ve köprüye ait görünüş Şekil 4.35’de verilmiştir. Şekil 4.35 de oluşturulan köprü modeli köprüünün üst perspektifini ifade etmektedir. Renderlarda köprüünün mevcut durumu göz önünde bulundurularak deformasyonlar gösterilmiş, gerçeğe yakın bir görüntü elde edilmeye çalışılmıştır.



Şekil 4.35 Üçgöz Köprüsü 3D Modellenmesi.

4.1.6 Afyonkarahisar’ın İscehisar İlçesindeki Köprüler

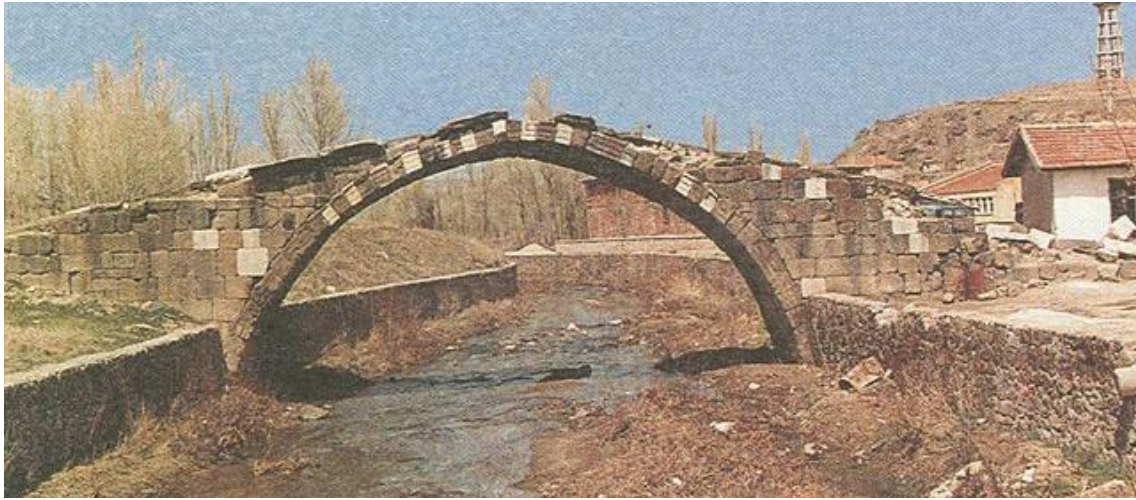
4.1.6.1 Antik İscehisar (Koca Köprü) Köprüsü

İscehisar ilçe merkezinde yer alan köprü KGM envanter kayıtlarına göre Geç Roma döneminde M.Ö 312-301 yılları arasında inşa edilmiştir. Tek gözlü, geniş açıklıklı ve sivri kemer tipine sahip olan tarihi taş köprüünün korkuluğu ve kornişli mevcuttur (Resim 4.54). Kornişler doğu batı yönünde 30 cm genişlikte ilerlemektedir (Resim 4.55). Bu köprüye ait yerinde ölçüm sonucu elde edilen genel özellikler Çizelge 4.31 de

verilmiştir.

Çizelge 4.31 İscehisar Köprüsü genel özellikleri.

Köprü	Köprü	Kemer Sayısı	Kemer	Mahmuz
Uzunluğu (m)	Genişliği (m)		Açıklıkları (m)	Bilgisi
59.40	5.30 (kornişler dahil)	1	15.80	Yok



Resim 4.54 Koca Köprü restorasyon öncesi (KGM).



Resim 4.55 Koca Köprü restorasyon sonrası görünümü.

İlk olarak 1993 yılında daha sonrada 2017 yılında Karayolları 3. Bölge Müdürlüğü tarafından onarımı yapılmıştır (Resim 4.56). Köprünün başlangıcında ve bitişinde 1 adet basamak mevcuttur.

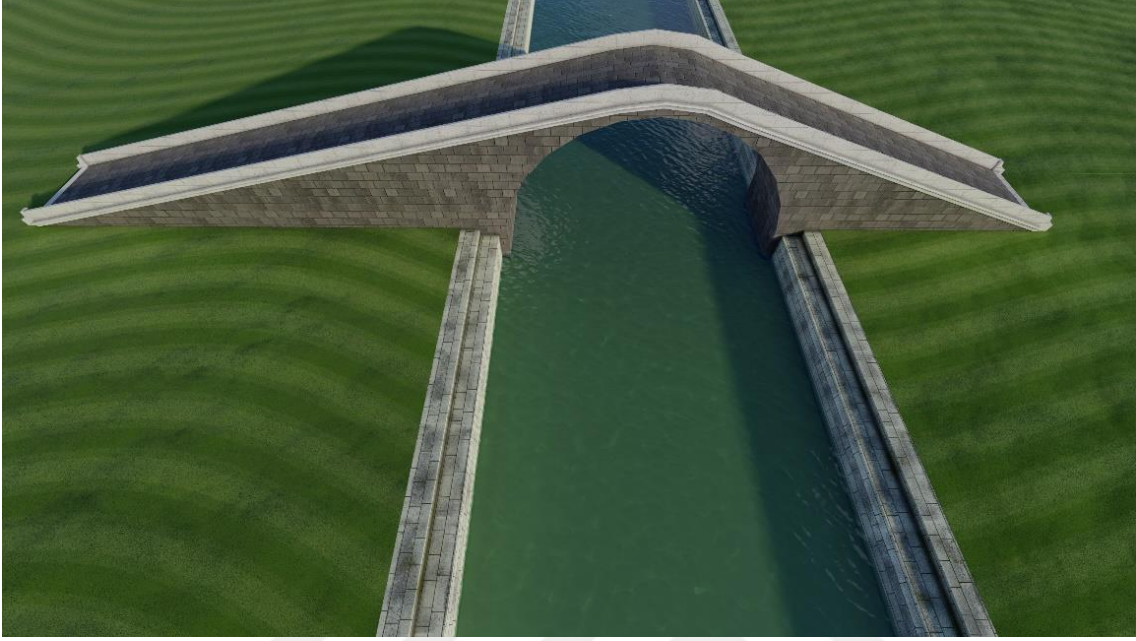


Resim 4.56 Koca Köprü.



Resim 4.57 Koca Köprü devşirme malzeme görünümü.

Köprüde andezit ve bazalt kesme taş kullanılmış ve kemer bölümünde devşirme malzemelere rastlanmaktadır (Resim 4.57).



Şekil 4.36 Koca Köprü 3D Modellenmesi.

Köprünün kroki ve rölöve çalışmalarından elde edilen bilgiler doğrultusunda oluşturulan üç boyutlu modelin renderı alınmış ve köprüye ait görünüş Şekil 4.36’da verilmiştir. Şekil 4.36 da oluşturulan köprü modeli köprünün üst perspektifini ifade etmektedir.

4.1.7 Afyonkarahisar’ın Emirdağ İlçesindeki Köprüler

4.1.7.1 Başkonak Köyü Köprüsü

Afyonkarahisar ili Emirdağ ilçesi Başkonak Köyü girişinde bulunan köprü iki kemerlidir. Memba bölümünde bir adet mahmuzu bulunan köprü düzgün kesme taştan inşa edilmiş ve kemer taşları kabartmalı olarak döşenmiştir. Korkuluğu vardır ancak bazı bölümlerindeki taşlarının bir bölümü yerinde değildir. Köprünün kemerlerinin yuvarlak tipli olması nedeniyle Osmanlı dönemine ait olduğu düşünülmektedir (Resim 4.58). Bu köprüye ait yerinde ölçüm sonucu elde edilen genel özellikler Çizelge 4.32 de verilmiştir.

Çizelge 4.32 Başkonak Köyü Köprüsü genel özellikleri.

Köprü Uzunluğu (m)	Köprü Genişliği (m)	Kemer Sayısı	Kemer Açıklıkları (m)	Mahmuz Bilgisi
17.70	5.85	2	4.00, 4.00	Dairesel kesitli 1 adet



Resim 4.58 Başkonak Köprüsü arka cephe.

Define arayan insanlar nedeniyle oldukça zarar gören köprünün yer yer kesme taşları çıkartılmış, harç araları boşaltılmış ve iki kemer arası (muhtemelen kitabenin bulunduğu bölüm) oyulmuştur (Resim 4.59). Köprünün restorasyon geçirmiş ancak bakıma ihtiyacı olduğu gözlenmiştir. Tescil belgesine rastlanmamıştır.



Resim 4.59 Başkonak Köprüsü ön cephe.

Köprünün kroki ve rölöve çalışmalarından elde edilen bilgiler doğrultusunda oluşturulan üç boyutlu modelin renderı alınmış ve köprüye ait görünüş Şekil 4.37’de verilmiştir. Şekil 4.37 de oluşturulan köprü modeli memba cephesinden elde edilmiş bir görüntüdür. Renderlarda, köprünün mevcut durumu dikkate alınarak yalın bir görüntü elde edilmeye çalışılmıştır.



Şekil 4.37 Başkonak Köprüsü 3D Modellenmesi.

4.1.8 Afyonkarahisar’ın İhsaniye İlçesindeki Köprüler

4.1.8.1 Meryem Bölgesi Köprüsü

Afyonkarahisar ilinin İhsaniye ilçesinde bulunan köprü, bir adet dikdörtgen bir adet yuvarlak kemerli iki göze sahiptir. Bu köprüye ait yerinde ölçüm sonucu elde edilen genel özellikler Çizelge 4.33 da verilmiştir.

Çizelge 4.33 Meryem Bölgesi Köprüsü genel özellikleri.

Köprü	Köprü	Kemer Sayısı	Kemer	Mahmuz
Uzunluğu (m)	Genişliği (m)		Açıklıkları (m)	Bilgisi
12.12	4.00	2	Dikdörtgen:0.87, Dairesel kemer:3.30	Dairesel kesitli 1 adet



Resim 4.60 Meryem Bölgesi Köprüsü.

Köprüde bazalt kesme taşlar kullanılmıştır. Dikdörtgen gözün ve kemerin arasında beton mahmuz vardır. Köprü tadilat geçirmiş ancak işçiliği düzgün yapılmamış

olmasından dolayı kemerin ve dikdörtgen açıklığın şeklinde kaymalar mevcuttur (Resim 4.60). Yöre halkından restorasyon yapılmadan önce 2 adet dairesel kemerinin olduğu bilgisi elde edilmiştir. Tescil belgesi bulunmayan köprünün 1800’lü yılların başında yapıldığı belirtilmektedir.



Şekil 4.38 Meryem Bölgesi Köprüsü 3D Modellenmesi.

Köprünün kroki ve rölöve çalışmalarından elde edilen bilgiler doğrultusunda oluşturulan üç boyutlu modelin renderı alınmış ve köprüye ait görünüş Şekil 4.38’de verilmiştir. Şekil 4.38 de oluşturulan köprü modeli köprünün su seviyesindeki memba cephesinden elde edilmiş bir görüntüdür. Renderlarda köprünün gerçek görüntüsü elde edilmeye çalışılmıştır.

4.1.9 Afyonkarahisar’ın Sultandağı İlçesindeki Köprüler

4.1.9.1 Taş Köprü

Afyonkarahisar ilinin Sultandağı ilçesinin Taş Köprü Köyü’nde yer alan dört gözlü tarihi taş köprü düzgün kesme taştan inşa edilmiştir. Bu köprüye ait yerinde ölçüm sonucu elde edilen genel özellikler Çizelge 4.34 de verilmiştir.

Çizelge 4.34 Taş Köprü genel özellikleri.

Köprü Uzunluğu (m)	Köprü Genişliği (m)	Kemer Sayısı	Kemer Açıklıkları (m)	Mahmuz Bilgisi
60.00	4.10	4	2.45, 3.20, 4.50, 3.70	Üçgen profilli 3 adet



Resim 4.61 Taş Köprü batı yüzeyi.

Doğu yüzeyinde üç tane ciddi ölçüde zarar görmüş mahmuzu bulunan köprünün kemer yapısı incelendiğinde yuvarlak tipli kemer olması nedeniyle Osmanlı döneminde yapıldığı kanısı oluşmaktadır (Resim 4.61). Trafığe açık ve kullanılabilir durumda olan köprünün kitabesi yoktur. Define avcılarının köprünün doğu batı yüzeyine ve köprünün bulunduğu bölgelere ciddi ölçüde zarar verdiği gözlenmektedir (Resim 4.62).

Köprü üzerine betonarme döşeme ve korkuluk ek yapılmıştır. Betonarme döşemede dairesel boşluklu kalıplar kullanılıp döşeme üzerindeki yükü dağıtmak amaçlanmıştır. Köprünün iki yüzünden de ankrajlarla su boruları geçmesi nedeniyle köprünün doğal görünümü bozulmaktadır (Resim 4.63).

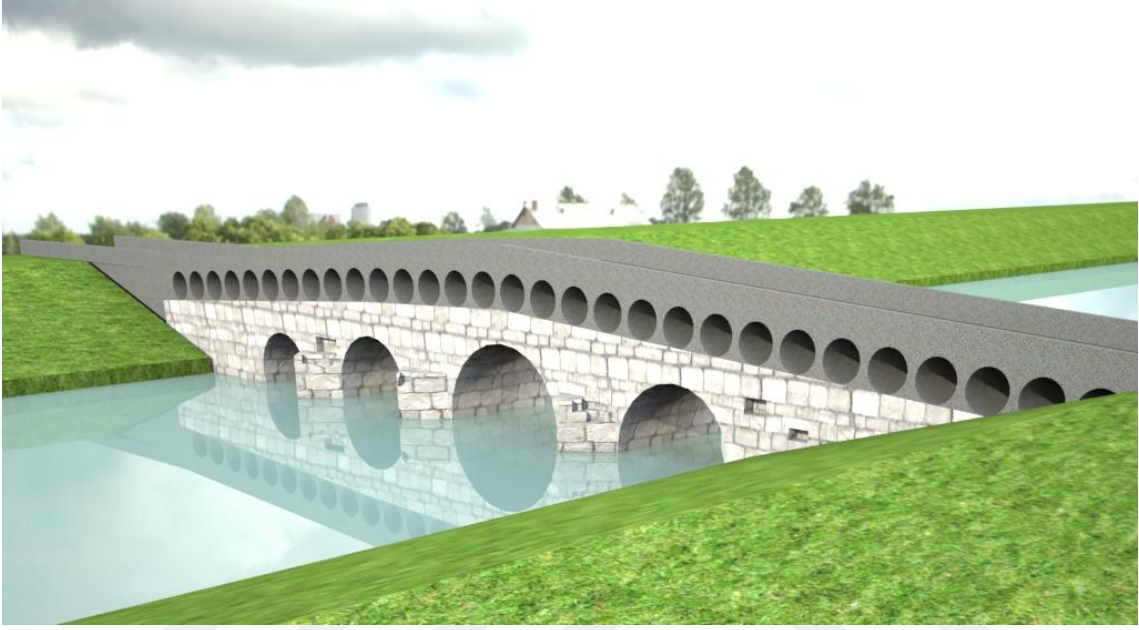


Resim 4.62 Taş Köprü doğu yüzeyi.



Resim 4.63 Taş Köprüsü deformasyona uğramış mahmuzların ve taşların görünümü.

Köprünün kroki ve rölöve çalışmalarından elde edilen bilgiler doğrultusunda oluşturulan üç boyutlu modelin renderı alınmış ve köprüye ait görünüş Şekil 4.39’da verilmiştir. Şekil 4.39 da memba cephesinden yan perspektifi elde edilmiş bir görüntüdür.



Şekil 4.39 Taş Köprü 3D Modellenmesi.

4.1.10 Afyonkarahisar’ın Çay İlçesindeki Köprüler

4.1.10.1 Kurt Musa (Zompi, Kara Musa) Köprüsü

Afyonkarahisar ili Çay ilçesi Karamık Karacaören Kasabası’nda Kale Çayı üzerinde bulunan İki gözlü tarihi taş köprü düzgün kesme taştan inşa edilmiştir (Resim 4.64). Bu köprüye ait yerinde ölçüm sonucu elde edilen genel özellikler Çizelge 4.35 de verilmiştir.

Çizelge 4.35 Kurt Musa Köprüsü genel özellikleri.

Köprü	Köprü	Kemer Sayısı	Kemer	Mahmuz
Uzunluğu (m)	Genişliği (m)		Açıklıkları (m)	Bilgisi
15.00	4.10-2.70	2	4.40, 3.30	Yok



Resim 4.64 Kurt Musa Köprüsü (KGM).

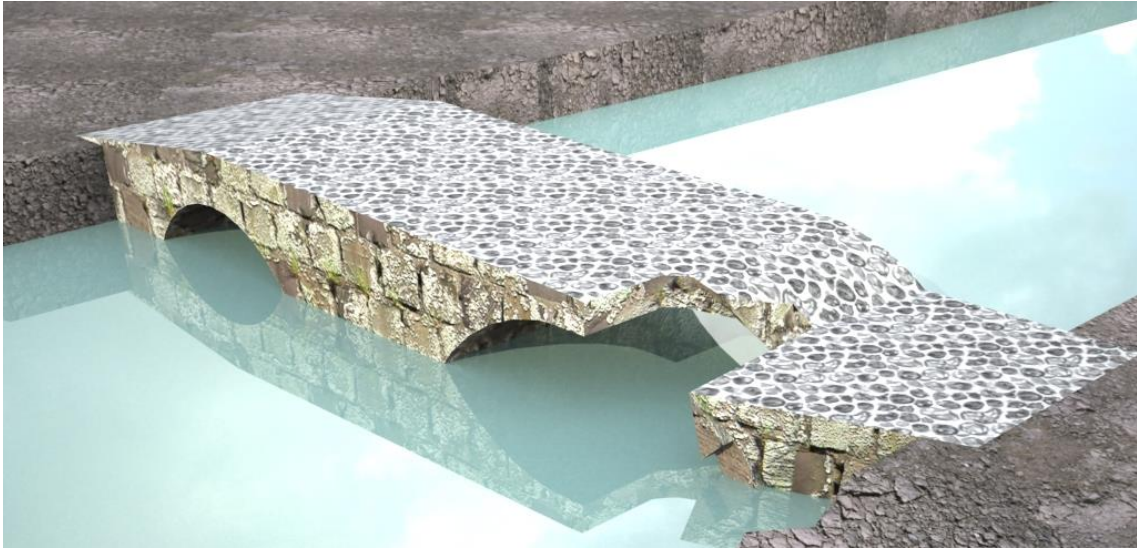
Köprü'nün batı bölümünde kemerde ve döşemede ciddi ölçüde hasarlar vardır. Bu bölümde bulunan taşların düşmesi nedeniyle köprü genişliği 4.10 m'den 2.70 m'ye kadar daralmaktadır (Resim 4.65).



Resim 4.65 Kurt Musa Köprüsü batı bölümü (KGM).

Tescil belgesi bulunan köprü KGM'den alınan envanter kayıtlarına göre Osmanlı döneminde yapılmıştır. Restorasyon geçirmemiştir.

Köprünün kroki ve rölöve çalışmalarından elde edilen bilgiler doğrultusunda oluşturulan üç boyutlu modelin renderı alınmış ve köprüye ait iki görünüş Şekil 4.40 da verilmiştir. Şekil 4.40. da memba cephesinden elde edilmiş bir görüntüdür.



Şekil 4.40 Kurt Musa Köprüsü 3D Modellenmesi.

4.1.11 Afyonkarahisar'ın Çobanlar İlçesindeki Köprüler

4.1.11.1 Yunuslar Ağılı Köprüsü

Afyonkarahisar ili Çobanlar ilçesinde bulunan köprü iki gözlüdür. Kemerleri düzgün kesme taştan yüzeyleri ise karma tip taştan inşa edilmiş olan köprünün güney cephesinde yer yer taşlar düşmüş durumdadır. Ayrıca güney cephesi batı bölümünde kemerin üst bölümüne çelikten ek yapıp köprünün dayanımı artırılmaya çalışılmıştır (Resim 4.66). KGM envanter kayıtlarına göre köprü Osmanlı döneminde yapılmış ve tescil kaydı bulunmaktadır. Köprünün kuzey yüzüne ek olarak betonarme ayak ve döşeme yapılmış, köprü genişliği 5.90 m ye çıkartılmıştır (Resim 4.67). Ancak köprü tarihi nitelik taşıdığı için bu şekilde bir uygulama doğru olmamış aksine kötü bir görünüm oluşmuştur. Bu köprüye ait yerinde ölçüm sonucu elde edilen genel özellikler

Çizelge 4.36 da verilmiştir.

Çizelge 4.36 Yunuslar Ağılı Köprüsü genel özellikleri.

Köprü	Köprü	Kemer Sayısı	Kemer	Mahmuz
Uzunluğu (m)	Genişliği (m)		Açıklıkları (m)	Bilgisi
18.85	3.60	2	2.55, 3.60	Yok



Resim 4.66 Yunuslar Ağılı Köprüsü.



Resim 4.67 Yunuslar Ağılı Köprüsü betonarme ek görünümü.

Köprünün 20.00 m uzaklığında tek gözlü ve aynı doğrultuda 38.00 m uzağında yine tek gözlü, iki tane kemere daha rastlanmıştır (Resim 4.68, Resim 4.69, Resim 4.70). Kemerlerden ilkinin kemer gözünün kuzey ve güney yönü açık olup güney bölümüne 1 m uzunluğunda betonarme ek yapılmıştır.



Resim 4.68 Yunuslar Ağılı Köprüsü 20 m uzaktaki tek göz görünümü.



Resim 4.69 Yunuslar Ağılı Köprüsü yan yüzeylerin ve kemerlerin görünümü.

İkinci kemerin ise kuzey bölümü açık olup güney bölümü toprak altında kalmıştır. Bu iki kemerin varlığı burada daha büyük bir köprünün veya sıralı birkaç köprünün var olduğunu ancak zamanla tahrip olup bu hale geldiği düşüncesinin oluşmasına neden olmaktadır. Kemerlerin de ayrı ayrı tescil belgesi mevcuttur.

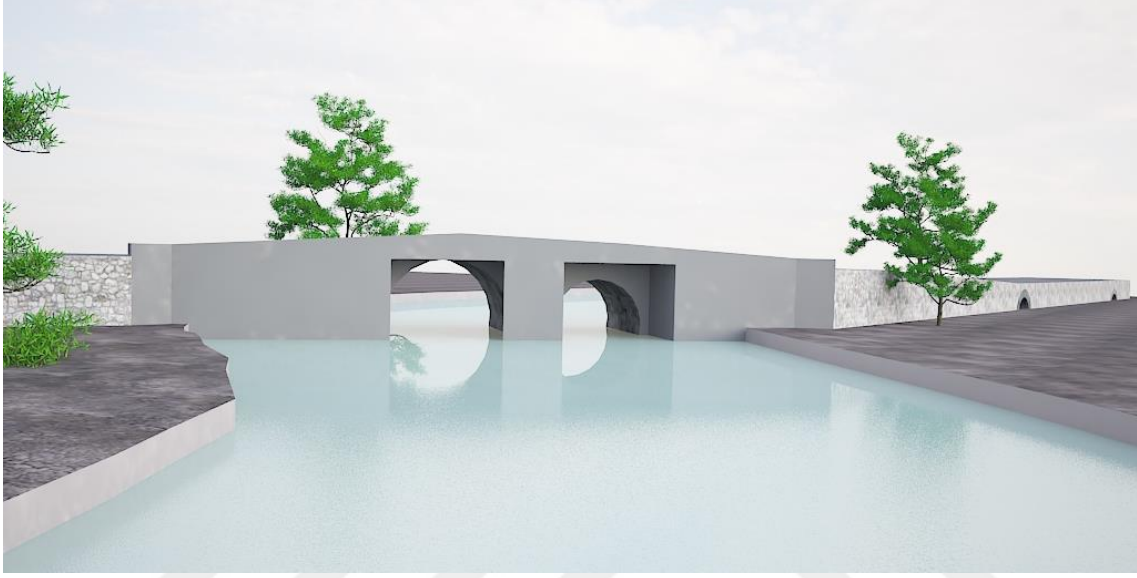


Resim 4.70 Yunuslar Ağılı Köprüsü 38 m uzaklıktaki tek göz açıklık.



Şekil 4.41 Yunuslar Ağılı Köprüsü 3D Modellenmesi.

Köprünün kroki ve rölöve çalışmalarından elde edilen bilgiler doğrultusunda oluşturulan üç boyutlu modelin renderı alınmış ve köprüye ait iki görünüş Şekil 4.41ve Şekil 4.42’de verilmiştir. Şekil 4.41 de oluşturulan köprü modeli köprünün betonarme (kuzey) cephesini ifade etmektedir. Şekil 4.42 ise köprünün güney cephesinden elde edilmiş bir görüntüdür.



Şekil 4.42 Yunuslar Ağılı Köprüsü 3D Modellenmesi betonarme yüzeyinin görünümü.

4.2 Düşey Yükler Etkisi Altında Statik Analizi Yapılan Tarihi Taş Köprüler

Afyonkarahisar ilinde bulunan tarihi taş köprü varlığının araştırıldığı bu tez çalışmasında belirlenen mevcut köprüler arasından iki farklı tipteki köprünün de düşey yükler etkisi altında davranışı belirlenmiştir. Burada amaç mimari ve yapısal özelliklerinin araştırıldığı, yerinde yapılan ölçümler ile boyutlarının belirlendiği ve bu ölçülere bağlı olarak yapılan üç boyutlu modellemenin ardından bu çalışmalara ek olarak daha önce restorasyon geçirmiş, tescil kaydı bulunan, biri ayakları su dışında zemin üzerine oturan, diğeri ise ayakları su içerisinde olup karşılıklı iki zemin arasında kalan bir köprü seçilmiştir.

Bu çalışma kapsamında deprem ve su akışı gibi dinamik yükler ve Afyonkarahisar’da belirlenen tüm tarihi taş köprüler dikkate alınmamıştır. Bu amaçlar doğrultusunda ele

alınan köprüler Sinanpaşa ilçesindeki Balmahmut Köprüsü ve İscehisar ilçesindeki Koca Köprüdür.

4.2.1 Balmahmut Köprüsü Statik Analizi

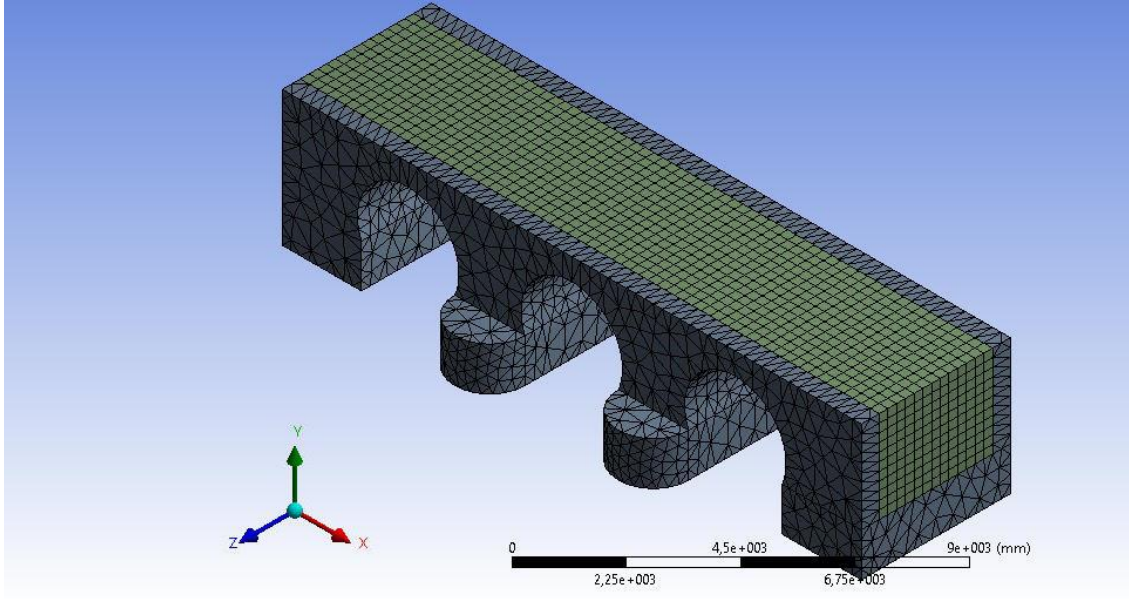
Mimari ve yapısal özellikleri 4.1.3.1 başlığında verilen Balmahmut Köprüsü üç kemerli olup kemerleri oluşturan ayaklar ve köprü kutuplarında zemine yaklaşma ayakları ile birlikte Şekil 4.43 verilen modelde görüldüğü gibi dört temeli de sualtındadır.



Şekil 4.43 Balmahmut Köprüsünün üç boyutlu mimari modeli.

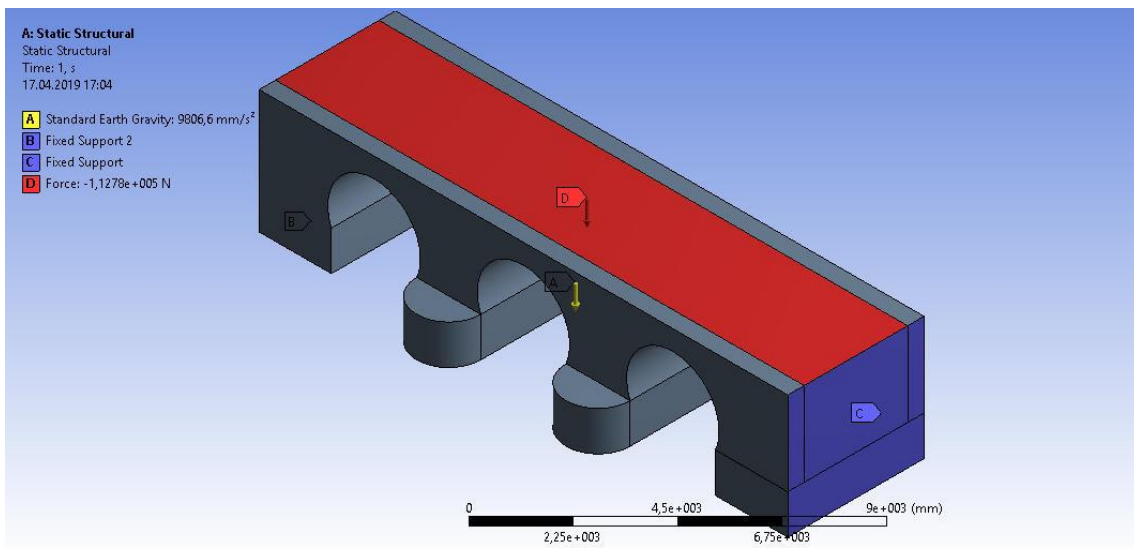
Köprünün statik özelliklerine etki edecek yapısal olmayan, mimari elemanları mevcut olmadığından yığma yapı şeklinde inşa edilen köprü tüm öğeleri ile birlikte (malzeme özellikleri materyal ve metot bölümünde verilen) üç bölüm halinde modellenmiştir. Bu bölümler temel, köprü duvarı ve dolgu malzemesidir.

Köprünün düşey yükler etkisi altında statik analizinin gerçekleştirilmesinde ANSYS paket programı kullanılmıştır. Modele ait mesh ve koordinat bilgileri Şekil 4.44 de verilmiştir. Buna göre oluşturulan sonlu elemanlar modeli 49523 adet düğüm noktası ve 19520 adet elemandan oluşmaktadır.



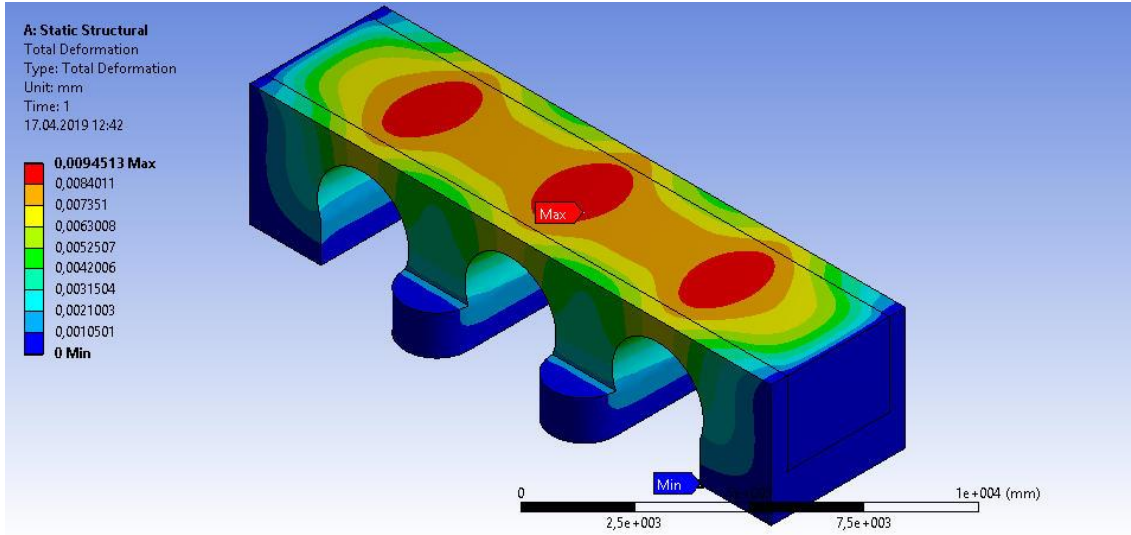
Şekil 4.44 Balmahmut Köprüsü sonlu elemanlar modeli.

Köprünün akarsu yatağının içerisinde bulunması statik modelleme açısından önemli bir farklılığı ifade etmektedir. Bu durum köprünün mesnetlenme şeklini belirlemektedir. Buna göre Şekil 4.45 de görüldüğü üzere köprü temel tabanlarından ve zemine temas eden yan yüzeylerinden yer değiştirmesi ve dönmesi engellenecek şekilde tutulu halde mesnetlenmiştir. Düşey yük olarak bir köprünün kendi ağırlığı, birde materyal metotta tanımlanan trafik yükü dikkate alınmıştır.



Şekil 4.45 Balmahmut Köprüsü statik yük dağılımı.

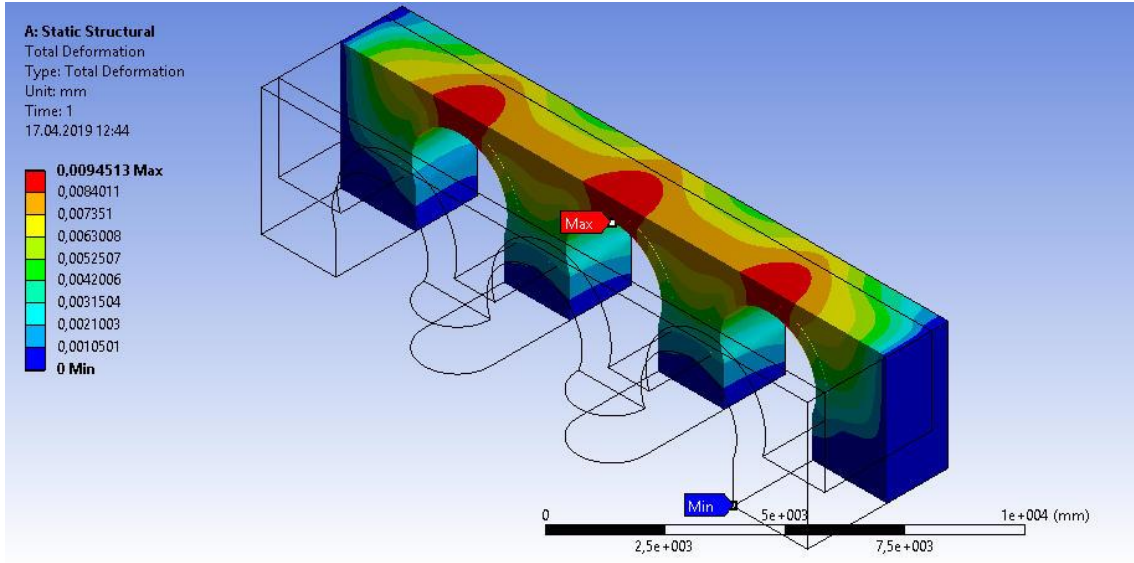
Düşey yükler etkisi altında yapılan statik analiz sonucu y eksenini doğrultusunda meydana gelen deformasyon dağılımı Şekil 4.46 da verilmiştir. Maksimum yer değiştirme kemer orta noktaları üzerinde, dolgu malzemesinin bulunduğu bölgede $9.45E-3$ mm mertebesinde meydana gelmiştir. Köprünün mesnetlendiği temel tabanı ve yanal zemin temas bölgelerinde ise minimum seviyede yer değiştirme olmuştur.



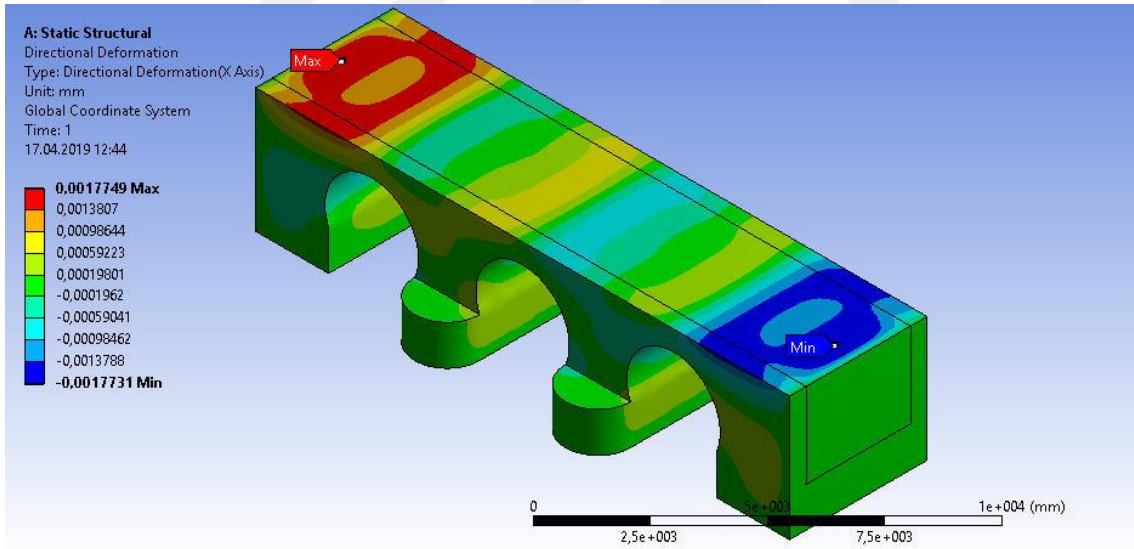
Şekil 4.46 Balmahmut Köprüsü y yönünde deformasyon dağılımı.

Meydana gelen deformasyon dağılımının net olarak görülebilmesi için x doğrultusunda köprünün orta noktasında bir kesit alınarak Şekil 4.47 de verilmiştir. Buna göre köprü kemer açıklıkları üzerinde meydana gelen maksimum yer değiştirmeler y eksenini doğrultusu boyunca azalarak devam etmiş fakat kilit taşı olarak adlandırılan kemer ortasındaki bölgede maksimum değişim meydana gelmiştir.

Düşey yükler etkisi altında yapılan statik analiz sonucu x eksenini doğrultusunda meydana gelen deformasyon dağılımı Şekil 4.48 de verilmiştir. Maksimum yer değiştirmeler köprünün x eksenini doğrultusunda kutup başlarında zıt yönlü ama eşit miktarda olarak $1.77E-3$ mm mertebesinde meydana gelmiştir. Köprünün mesnet noktalarına yaklaştıkça yer değiştirmeler azalmıştır. Köprünün giriş ve çıkış yönünü ifade eden bu bölgede dolgu malzemesinin üzerinde ve aynı doğrultudaki tempan duvarların üst noktasında ve uç noktadaki korkuluk taşlarının bulunduğu bölgeleri ifade eden yer değiştirme eğrileri bu görsel üzerinden tanımlanabilmektedir.



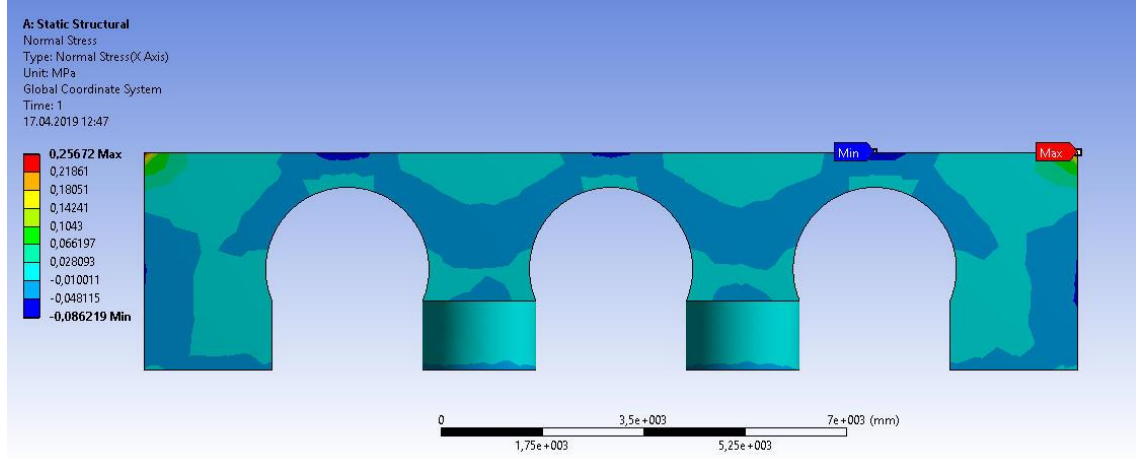
Şekil 4.47 Balmahmut Köprüsü x eksenine doğrultusundaki kesit boyunca y yönünde deformasyon dağılımı.



Şekil 4.48 Balmahmut Köprüsü x yönünde deformasyon dağılımı.

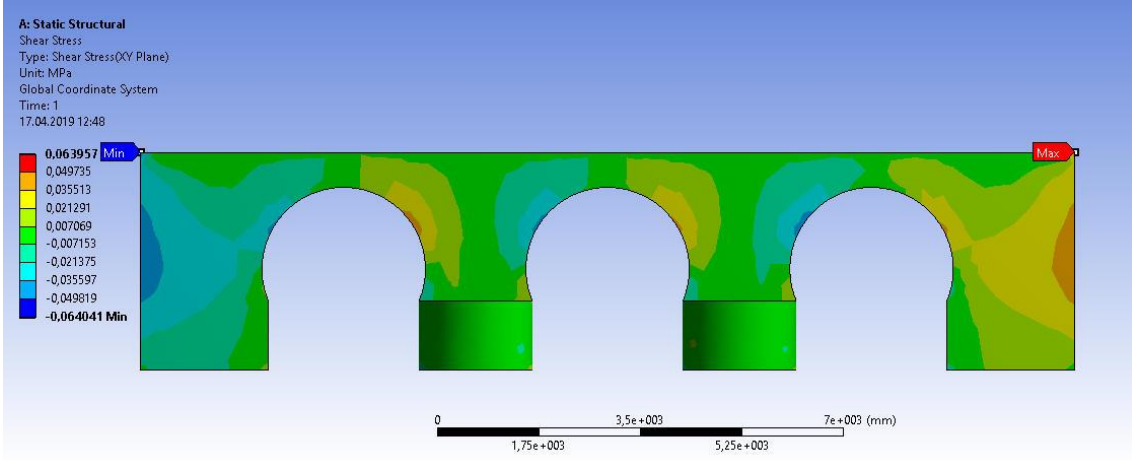
Balmahmut köprüsüne ait düşey yükler etkisi altındaki statik analizi sonucu meydana gelen normal gerilmeler Şekil 4.49 da görülmektedir. Gerilme dağılımları bir renk skalası ile birlikte sunulmuştur. Skalaya göre kırmızı renk gerilmenin çekme yönünde olduğunu, mavi renk ise basınç yönünde olduğunu simgelemektedir. Buna göre yapının zati ağırlığı ve trafik yükü etkisi altında hesaplanan gerilme değerlerinin köprü taşıyıcı

sisteminin geometrisine bağılı olarak, basınç gerilmeleri kemer çevresinde kilit taşı üst bölümlerinde yoğunlaşırken; çekme gerilmelerinin köprü yaklaşım noktalarında maksimuma ulaştığı belirlenmiştir. Köprü tempan duvarına etkiyen maksimum çekme kuvveti $2.57\text{E}-1$ MPa iken maksimumu basınç kuvveti ise $8.62\text{E}-2$ MPa dır.



Şekil 4.49 Balmahmut Köprüsü normal gerilme dağılımı.

Balmahmut köprüsüne ait düşey yükler etkisi altındaki statik analizi sonucu meydana gelen kayma gerilmeleri dağılımı Şekil 4.50 de görülmektedir. Gerilme dağılımları bir renk skalası ile birlikte sunulmuştur. Skalaya göre kırmızı renk gerilmenin çekme yönünde olduğunu, mavi renk ise basınç yönünde olduğunu simgelemektedir. Buna göre yapının zati ağırlığı ve trafik yükü etkisi altında hesaplanan gerilme değerlerinin köprü taşıyıcı sisteminin geometrisine bağılı olarak, basınç ve çekme gerilmelerinin köprü yaklaşım noktalarında zenime mesnetlenen bölgelerde meydana gelmektedir. Bu gerilemeler kemer çevresinde de yoğunlaşmakta; fakat kilit taşı çevresinde sıfıra yaklaşmaktadır. Köprü tempan duvarına etkiyen maksimum çekme kuvveti $6.39\text{E}-2$ MPa, maksimumu basınç kuvveti ise $6.40\text{E}-2$ MPa dır.



Şekil 4.50 Balmahmut Köprüsü kayma gerilmesi dağılımı.

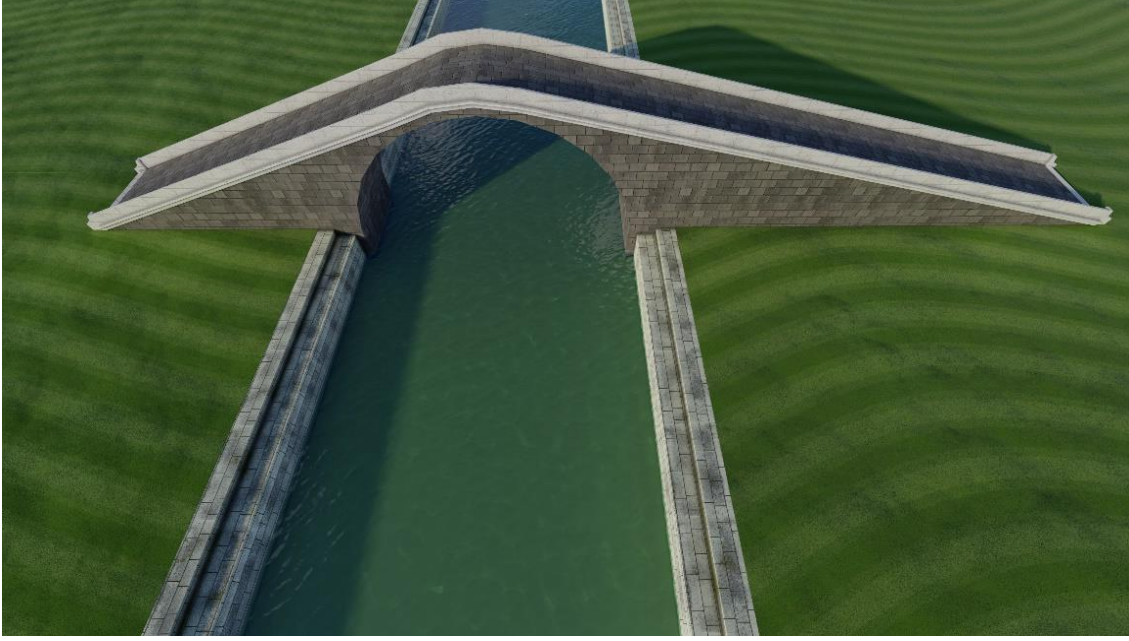
Köprü üzerinde normal gerilme ve kayma gerilmesine bağlı olarak meydana gelen yer değiştirmeler incelendiğinde köprü yaklaşım bölgelerinde olası deformasyonlar belirlenmektedir. Bu durum köprünün restore edilen taşları ve mevcut durumunu gösteren Resim 4.71 de ki fotoğrafı üzerinden de okunabilmektedir.



Resim 4.71 Balmahmut Köprüsü restore edilen taşlar ve mevcut hasar durumu.

4.2.2 İscehisar Köprü Statik Analizi

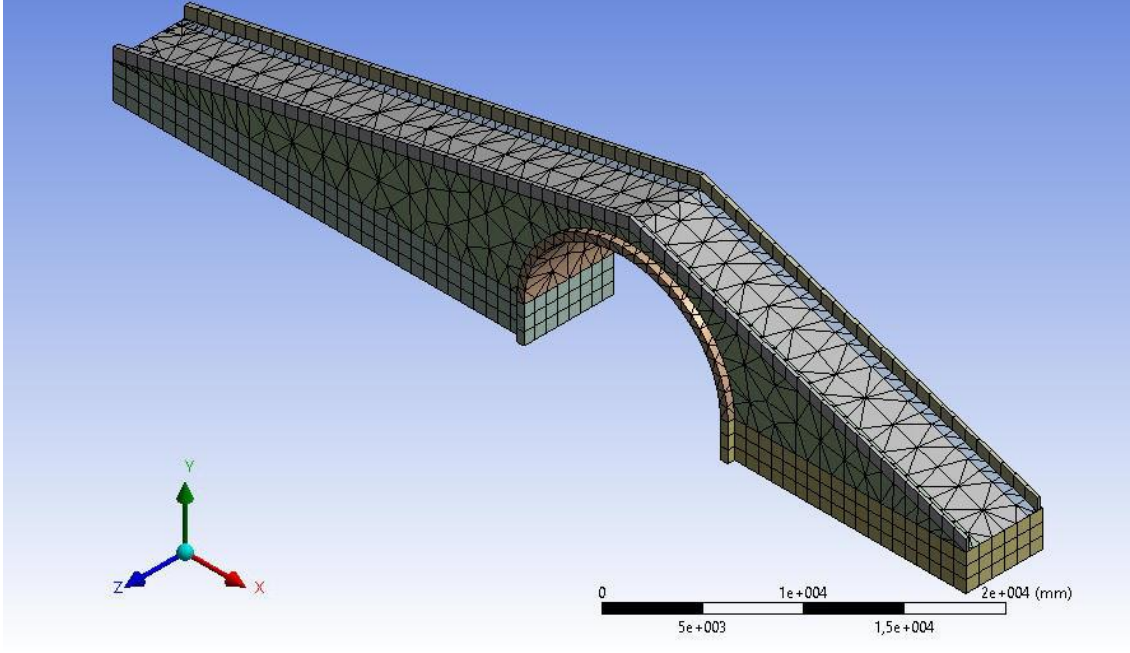
Mimari ve yapısal özellikleri 4.1.6.1 başlığında verilen İscehisar Koca Köprüsü tek açıklıklı olup kemerleri oluşturan ayaklar köprü yaklaşım noktalarında zemin üzerine Şekil 4.51 verilen modelde görüldüğü oturmaktadır.



Şekil 4.51 Koca Köprü üç boyutlu mimari modeli.

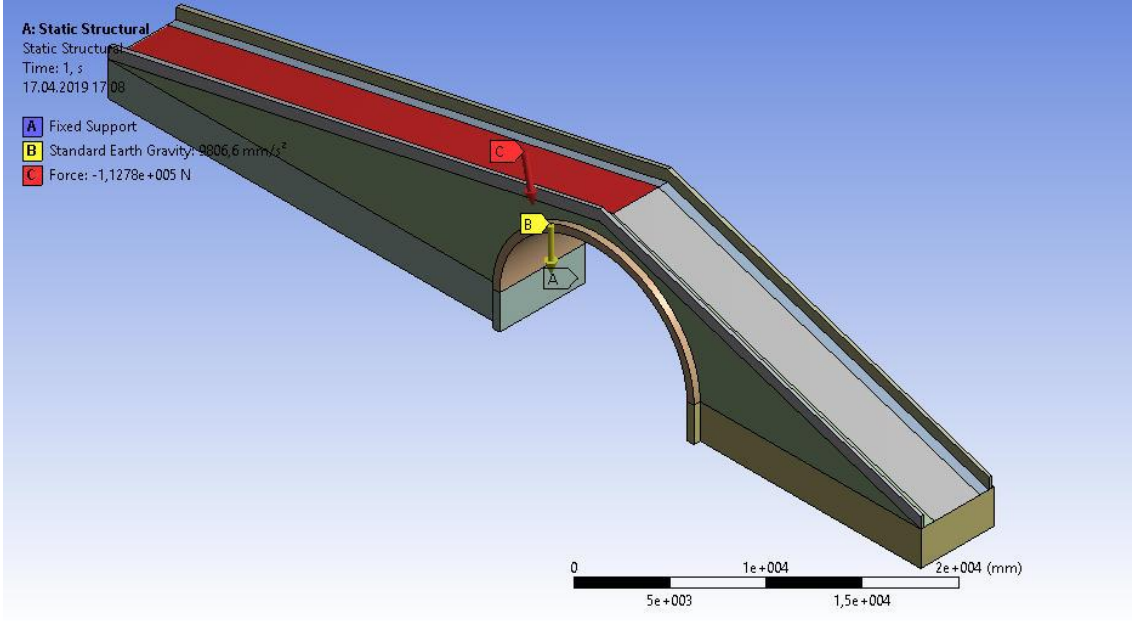
Köprünün statik özelliklerine etki edecek yapısal olmayan, mimari elemanları mevcut olmadığından yığma yapı şeklinde inşa edilen köprü tüm öğeleri ile birlikte (malzeme özellikleri materyal ve metot bölümünde verilen) üç bölüm halinde modellenmiştir. Bu bölümler temel, köprü duvarı ve dolgu malzemesidir.

Köprünün düşey yükler etkisi altında statik analizinin gerçekleştirilmesinde ANSYS paket programı kullanılmıştır. Modele ait mesh ve koordinat bilgileri Şekil 4.52 de verilmiştir. Buna göre oluşturulan sonlu elemanlar modeli 23562 adet düğüm noktası ve 8227 adet elemandan oluşmaktadır.



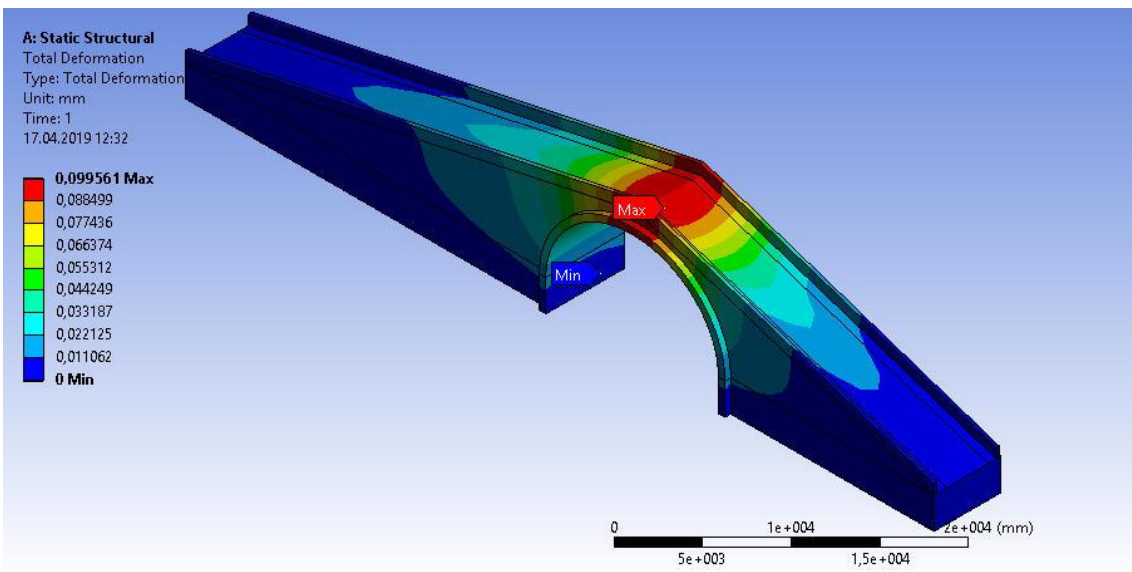
Şekil 4.52 Koca Köprü sonlu elemanlar modeli.

Köprünün akarsu yatağının içerisinde bulunmaması statik modelleme açısından önemli bir farklılığı ifade etmektedir. Bu durum köprünün mesnetlenme şeklini belirlemektedir. Buna göre Şekil 4.53 de görüldüğü üzere köprü temel tabanlarından ve zemine temas eden yüzeylerinden yer değiştirmesi ve dönmesi engellenecek şekilde tutulu halde mesnetlenmiştir. Düşey yük olarak bir köprünün kendi ağırlığı, birde materyal metotta tanımlanan trafik yükü dikkate alınmıştır.



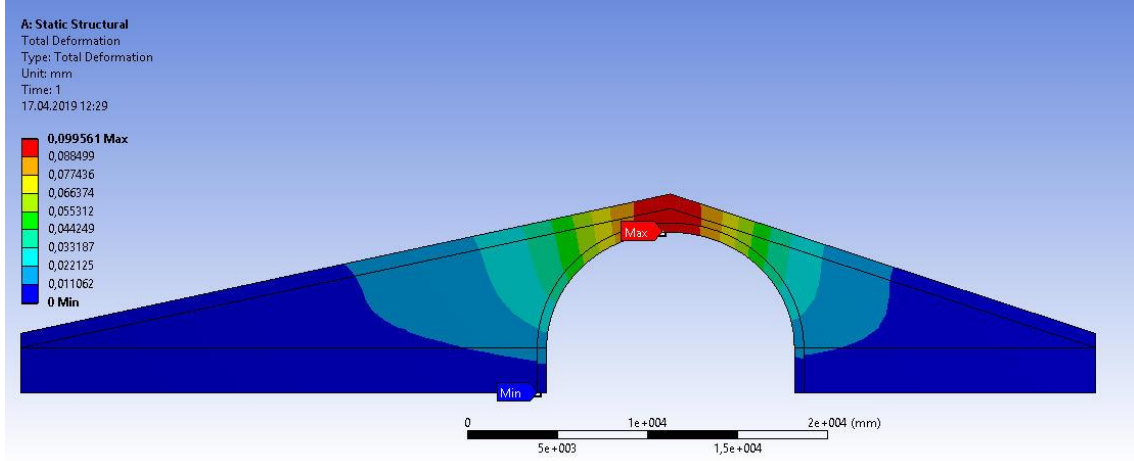
Şekil 4.53 Koca Köprü statik yük dağılımı.

Düşey yükler etkisi altında yapılan statik analiz sonucu y eksenini doğrultusunda meydana gelen deformasyon dağılımı Şekil 4.54 de verilmiştir. Maksimum yer değiştirme kemen ortalama noktası üzerinde, kenet taşı olarak adlandırılan bölgede 9.96E-2 mm mertebesinde meydana gelmiştir. Köprünün mesnetlendiği temel tabanı ve köprü yaklaşma bölgelerinde ise minimum seviyede yer değiştirme olmuştur.



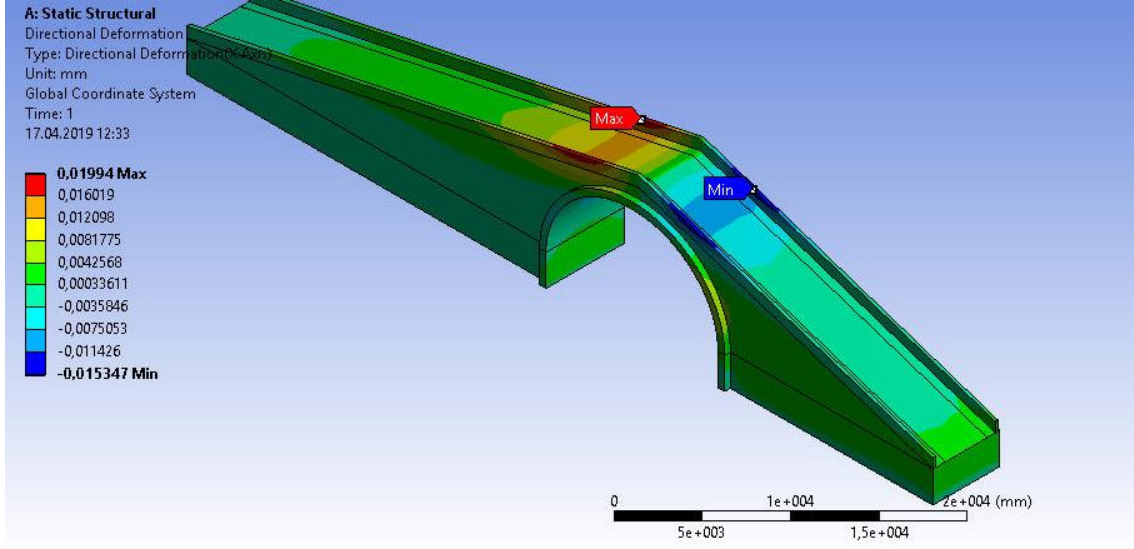
Şekil 4.54 Koca Köprü y yönünde deformasyon dağılımı.

Meydana gelen deformasyon dağılımının net olarak görülebilmesi birde aynı deformasyon durumu köprü ön görünüşünden Şekil 4.55 de verilmiştir. Buna göre köprü kemer açıklığı üzerinde meydana gelen maksimum yer değiştirmeler y eksenı doğrultusu boyunca azalarak devam etmiş fakat kilit taşı olarak adlandırılan kemer ortasındaki bölgede maksimum değişim meydana gelmiştir.



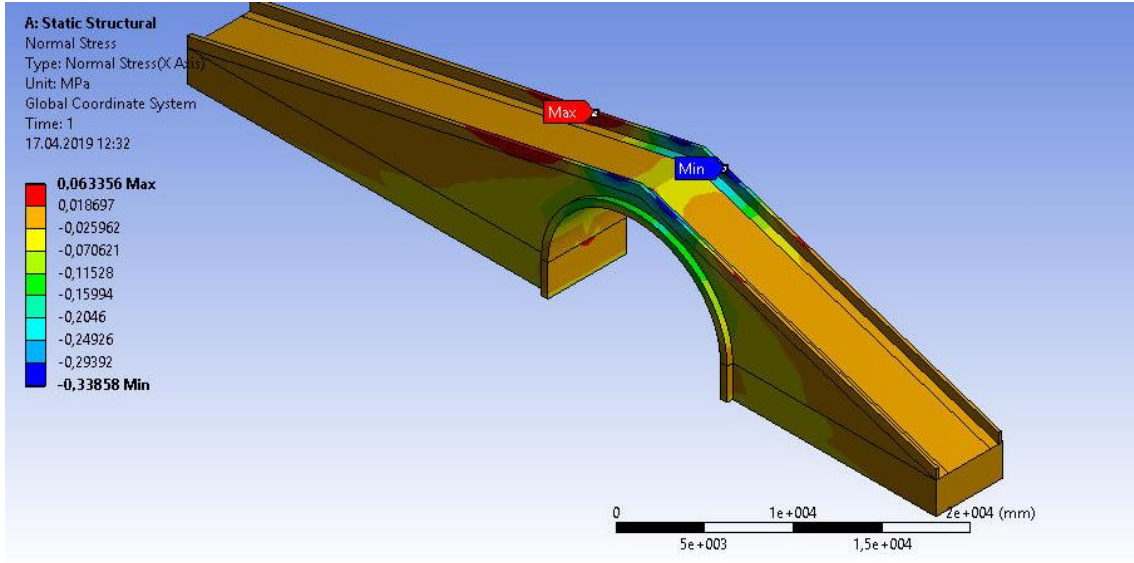
Şekil 4.55 Koca Köprü ön görünüşü üzerinde y yönünde deformasyon dağılımı.

Düşey yükler etkisi altında yapılan statik analiz sonucu x eksenı doğrultusunda meydana gelen deformasyon dağılımı Şekil 4.56 da verilmiştir. Maksimum yer değiştirmeler köprü'nün x eksenı doğrultusunda kemerin sağ ve sol tarafında korkuluk ve döşeme üzerinde meydana gelmiştir. Meydana gelen bu deformasyonlar zıt yönlü olmak üzere geniş temel tabanı yönünde $1.99E-2$ mm, dar temel tabanı tarafında ise $1.53E-2$ mm mertebesinde meydana gelmiştir. Köprü'nün mesnet noktalarına yaklaştıkça yer değiştirmeler azalmıştır. Köprü'nün giriş ve çıkış yönünü ifade eden bu bölgede dolgu malzemesinin üzerinde ve aynı doğrultudaki tempan duvarların üst noktasında ve uç noktalardaki korkuluk taşlarının bulunduğu bölgeleri ifade eden yer değiştirme eğrileri bu görsel üzerinden tanımlanabilmektedir. Tempan duvarın temele yakın ve gövde kısmında da yer değiştirmeler sınırlı olmuştur.

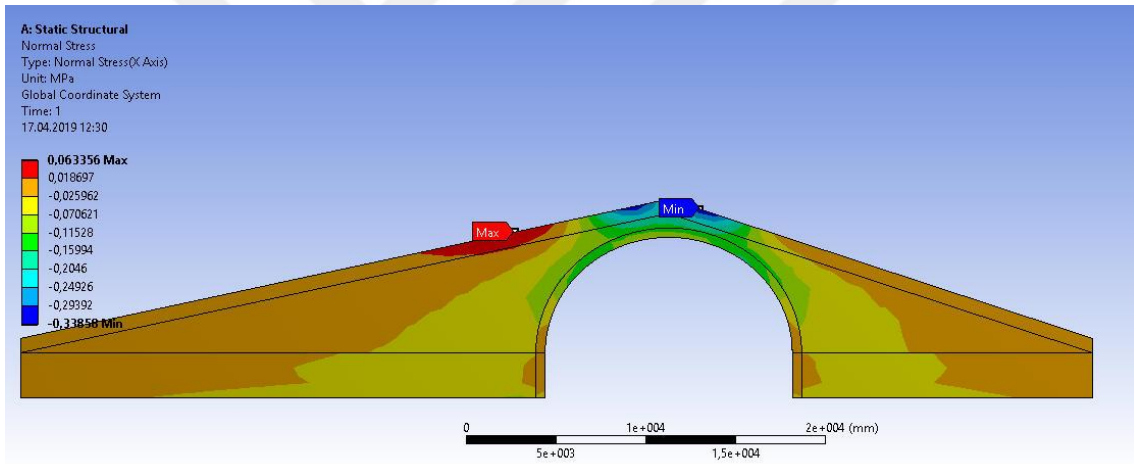


Şekil 4.56 Koca Köprü x yönünde deformasyon dağılımı.

Koca köprüye ait düşey yükler etkisi altındaki statik analiz sonucu meydana gelen normal gerilmeler Şekil 4.57 ve Şekil 4.58 de görülmektedir. Gerilme dağılımları bir renk skalası ile birlikte sunulmuştur. Skalaya göre kırmızı renk gerilmenin çekme yönünde olduğunu, mavi renk ise basınç yönünde olduğunu simgelemektedir. Buna göre yapının zati ağırlığı ve trafik yükü etkisi altında hesaplanan gerilme değerlerinin köprü taşıyıcı sisteminin geometrisine bağlı olarak, basınç gerilmeleri kemer çevresinde kilit taşı üst bölümlerinde, korkuluk duvarı üzerinde yoğunlaşırken; çekme gerilmelerinin köprü yaklaşım noktalarında yoğunlaştığı ve geniş temel tarafındaki korkuluk duvarı üzerinde maksimuma ulaştığı belirlenmiştir. Köprüye etkiyen maksimum çekme kuvveti $6.34E-2$ MPa iken, maksimumu basınç kuvveti ise $3.39 E-1$ MPa dır.



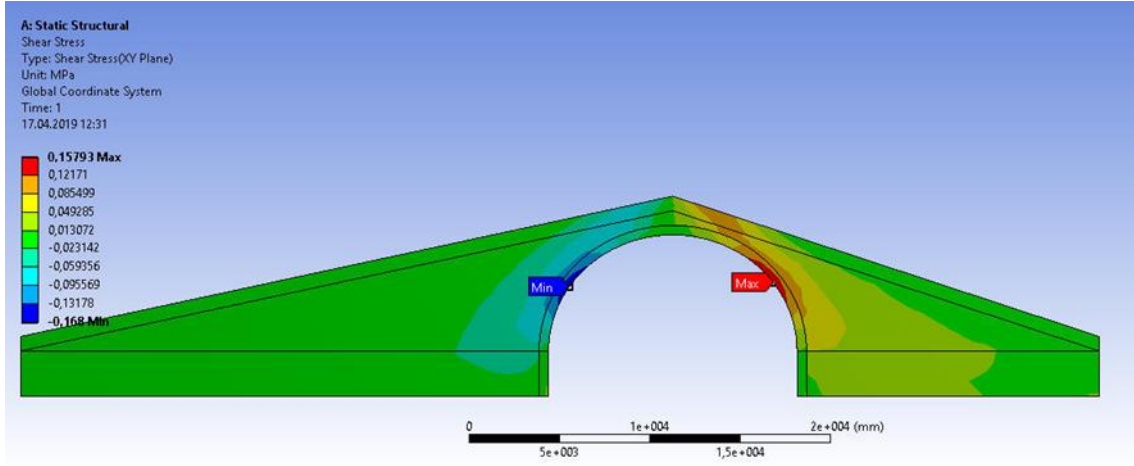
Şekil 4.57 Koca Köprü normal gerilme dağılımı.



Şekil 4.58 Koca Köprü ön görünüşü üzerinden normal gerilme dağılımı.

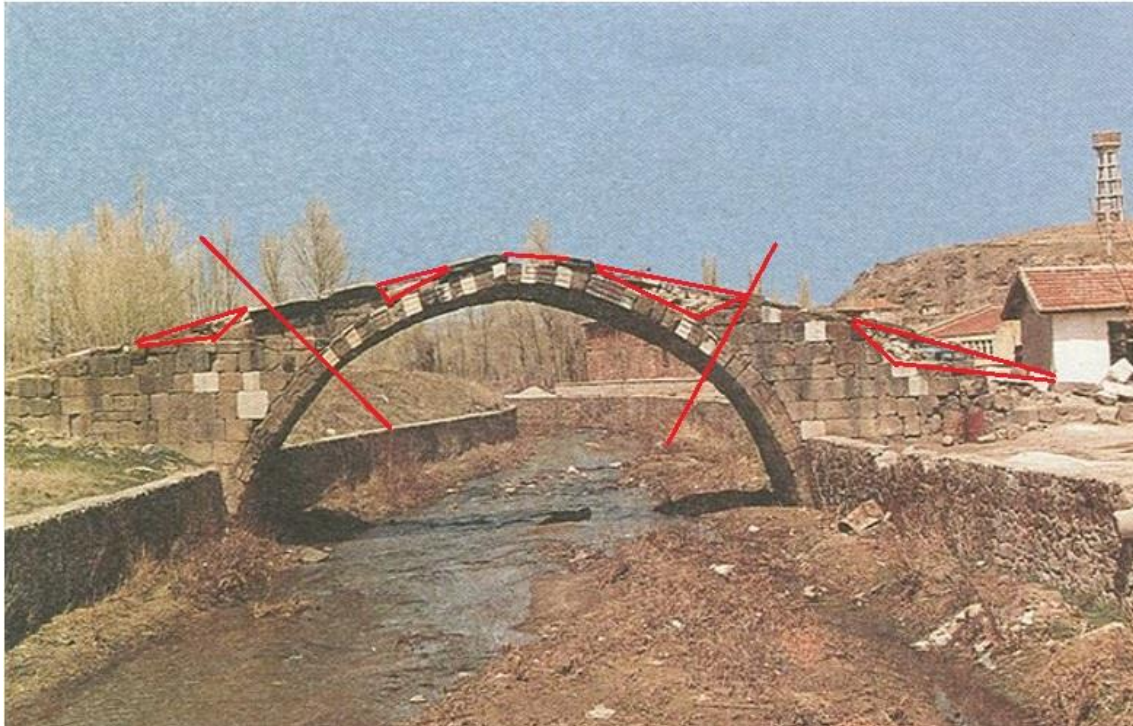
Koca köprüye ait düşey yükler etkisi altındaki statik analiz sonucu meydana gelen kayma gerilmeleri dağılımı Şekil 4.59 da görülmektedir. Gerilme dağılımları bir renk skalası ile birlikte sunulmuştur. Skalaya göre kırmızı renk gerilmenin çekme yönünde olduğunu, mavi renk ise basınç yönünde olduğunu simgelemektedir. Buna göre yapının zati ağırlığı ve trafik yükü etkisi altında hesaplanan gerilme değerlerinin köprü taşıyıcı sisteminin geometrisine bağlı olarak, basınç ve çekme gerilmelerinin köprü kemeri yan yayları üzerindeki bölgelerde meydana gelmektedir. Bu gerilemeler kemer çevresinde de yoğunlaşmakta; fakat kilit taşı çevresinde sifıra yaklaşmaktadır. Köprü tempan duvarına etkiyen maksimum çekme kuvveti $1.58E-1$ MPa, maksimumu basınç kuvveti

ise $1.68E-1$ MPa dır.



Şekil 4.59 Koca Köprü kayma gerilmesi dağılımı.

Köprü üzerinde normal gerilme ve kayma gerilmesine bağlı olarak meydana gelen yer değiştirmeler incelendiğinde köprü kemeri ve yaklaşım bölgelerinde olası deformasyonlar belirlenmektedir. Bu durum köprünün restore edilen taşları ve mevcut durumunu gösteren Resim 4.72 de ki fotoğrafı üzerinden de okunabilmektedir.



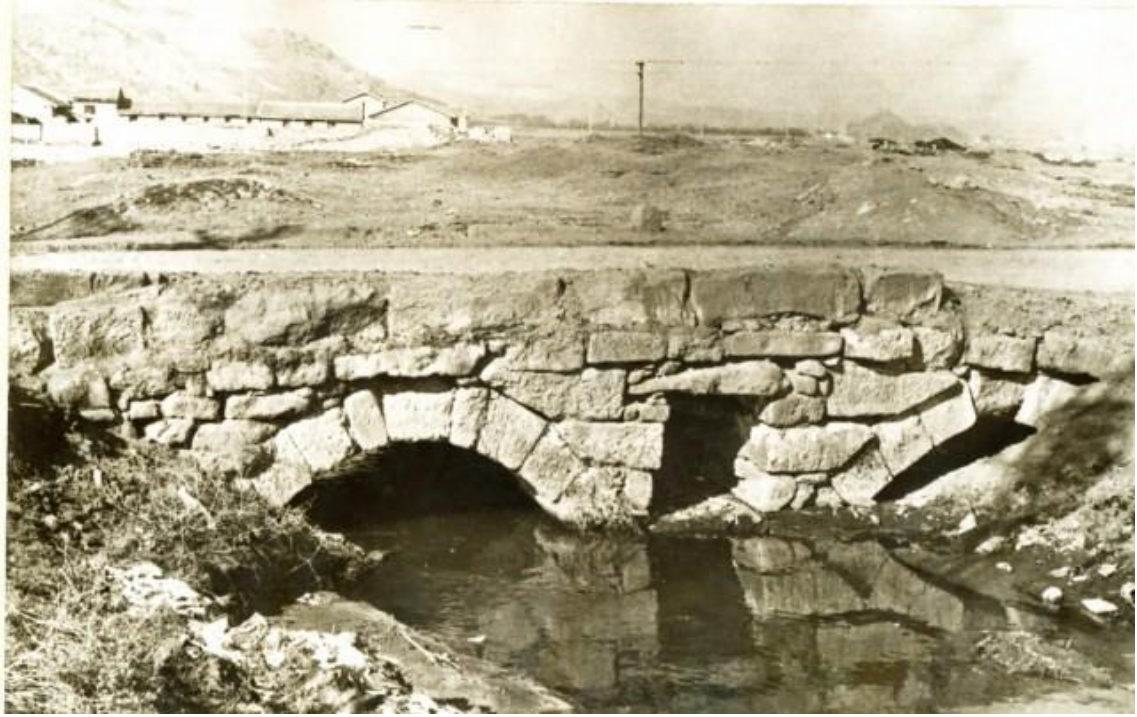
Resim 4.72 Koca Köprü restore edilen taşlar ve mevcut hasar durumu (KGM).

4.3 Afyonkarahisar ve İlçelerindeki Yıkılmış Köprüler

4.3.1 Afyonkarahisar Merkezdeki Yıkılmış Köprüler

4.3.1.1 Hacı Gani (Hacı Abdül Gani) Köprüsü

Köprü Afyonkarahisar ili Selçuklu mahallesi Akar çay üzerinde yer almaktadır. KGM’den alınan envanter kayıtlara göre 3 kemerlidir ve 30 m uzunluğundadır ve tescil kaydı mevcuttur. Ancak Afyonkarahisar Belediyesi’nden köprünün Eskişehir-Afyonkarahisar yolu yapılırken toprak altında kaldığı bilgisine ulaşılmıştır (Resim 4.73).



Resim 4.73 Hacı Gani Köprüsü (Afyonkarahisar Belediyesi).

Daş (1997), Kuzey-güney yönünde uzanan köprünün batı cephesi düzgün kesme taşlarla kaplanmıştır. Doğu cephesinde kesme taş kaplamanın bozulduğu ve yer yer kırma taş kullanıldığı dikkati çekmektedir. Doğu cephesindeki bozuk duvar dokusu, köprünün bu yönde genişletilmiş olabileceğini düşündürmektedir. Yuvarlak kemerli iki göze sahip olan köprünün, kemer gözlerinden güneydeki tamamen dolduğu için görülememektedir. Anadolu’da benzer tarzda inşa edilmiş birçok köprü örneği mevcuttur. Akar suyun bir

kenarından diğer kenarına doğru yatay bir hat şeklinde uzanan köprülerin, genellikle ikiden daha fazla sayıda kemer gözüne sahip oldukları görülmektedir. Köprünün inşa kitabesi yoktur. Ancak Afyon Müzesi kayıtlarında, Hacı Gani adlı bir zat adına düzenlenmiş, Şaban 914/Aralık 1508 tarihli bir mezar taşı mevcuttur. Eğer köprünün banisi ile bu mezar taşının sahibi aynı ise, köprünün; Hacı Gani'nin ölüm tarihi olan 1508'den önce, XV. yüzyılın sonlarında veya XVI. yüzyılın başlarında inşa edilmiş olması gerekmektedir. Hacı Gani'nin kimliğine ilişkin başka bir belgeye rastlanılmamıştır.

4.3.1.2 Erenler Köyü Köprüsü

Köprü Afyonkarahisar ilinin Erenler mahallesinde yer almaktadır. KGM envanter kayıtlarına göre 10 m uzunluğundadır. Fotoğrafı ve kitabesi yoktur ancak tescil belgesi mevcuttur. Köprü günümüzde yıkılmış durumdadır.

4.3.1.3 İkigöz Köprüsü

Köprü Afyonkarahisar ilinin Asri Mezarlığın karşısında Çetinkaya Mahallesi'nde bulunmaktadır. Köprünün tescil belgesi olmasına rağmen köprü belirlenememiştir.



Resim 4.74 İkigöz Köprüsü (Afyonkarahisar Belediyesi).

Köprünün tescil kayıt belgesinden alınan bilgilere göre Osmanlı dönemine ait olduğu, kesme taşlardan yapıldığı, üç gözlü, sivri kemerli ve üçgen kesitli mahmuzlarının olduğu bilgisine ulaşılmıştır. Ayrıca kayıtlara göre köprünün onarım geçirdiği bilgisi elde edilmiştir (Resim 4.74).

4.3.1.4 Koca Köprü

Koca köprü Afyonkarahisar Ankara karayolu PTT binasının arkasında yolun altında kaldığı bilgisi elde edilmiştir (Resim 4.75).



Resim 4.75 Koca Köprü bulunduğu yer.

Daş (1997)'a göre “Köprünün üzerinden geçen yol, akarsuyun iki kenarına doğru düz bir hat izlemektedir. Köy sakinlerinin dört gözlü olduğunu söyledikleri köprünün iki

gözü tamamen, bir gözü de kısmen kapanmış olduğundan cepheleri algılanmamaktadır. Doğu cephesinin kuzey ve güney uçlarında birer kemer gözü kısmen görülebilmektedir. Batı cephesinin güney ucunda iki kemer göz ve aralarında bir mahmuz seçilebilmektedir. Kemer açıklıkları 2.00 m, kemer ayağı ise 1.50 m genişliğindedir. Doğu cephesinin iki ucunda yer alan kemerlerin arasındaki mesafe 12.00 m'dir. Kemer gözleri ve ayaklarının genişliklerinin ölçüsü göz önüne alındığında, görülmeyen kesimde iki kemer gözü daha bulunduğu anlaşılmaktadır. Köprünün batı cephesinin güney ucunda, korkuluk taşlarından ikisi görülebilmektedir.”

4.3.2 Afyonkarahisar’ın Sandıklı İlçesindeki Yıkılmış Tarihi Köprüler

4.3.2.1 Kuruçay Köprüsü

Köprü Afyonkarahisar ilinin Sandıklı ilçesinde Karacaören Köyü üzerinde bulunmaktadır. KGM envanter kayıtlarına göre köprü uzunluğu 14.50 m Genişliği ise 7.00 m ‘dir Ancak DSİ tarafından altyapı çalışmaları esnasında köprü yıkılmış ve yerine benzer özelliklere sahip betonarme köprü yapılmıştır (Resim 4.76).



Resim 4.76 Kuruçay Köprüsü (KGM).

4.3.2.2 Atlı Köprü

KGM anvanter kayıtlarına göre Afyonkarahisar ilinin Sandıklı ilçesinde yer alan köprünün köprü uzunluğu 5.00 m, genişliği ise 9.20 m'dir (Resim 4.77). Sandıklı Belediyesi ve Sandıklılı vatandaşlarla görüşüldüğünde köprünün yıkılmış olduğu bilgisine ulaşılmıştır.



Resim 4.77 Atlı Köprü (KGM).

4.3.2.3 Resul Köyü (Yolkonak) Köprüsü

Köprü Afyonkarahisar ilinin Sandıklı ilçesinin Yolkonak Köyünün girişinde yer almaktadır. KGM envanter kayıtlarına göre köprü uzunluğu 10.40 m, genişliği 7.40 m'dir. Köprü Osmanlı dönemine aittir ve iki gözü vardır. Ancak şuanda yıkılmış durumda olup yerine DSİ tarafından betonarme köprü yapılmıştır. Köprü tescil belgelidir.

4.3.2.4 Tahta Köprüsü

Köprü Sandıklı-Hocalar yolu üzerinde yaklaşık Sandıklıya 26 km uzaklıktadır. KGM envanter kayıtlarına göre köprü tek gözlüdür. Uzunluğu 7.90 m, genişliği ise 4.30 m'dir

(Resim 4.78).



Resim 4.78 Tahta Köprüsü (KGM).



Resim 4.79 Tahta Köprüsünün bulunduğu dikili taş ve barajın görünümü.

Osmanlı döneminde inşa edilmiş olan köprünün 1970 yıllarında kemerinin yıkıldığı ve köprü ayakları üzerine tahta yol yapıp uzun süre o şekilde kullanıldığı bilgisi elde edilmiştir. Köprü ismini bu olaydan almıştır. Köprünün kitabesi yoktur. Yavaşlar Kasabası sınırları içerisinde bulunan köprü DSİ tarafından 2016 yılında yapımı

başlanılan barajın içinde kalmıştır. Köprünün yeri belli olması amacıyla barajın içine dikili taş yerleştirilmiştir (Resim 4.79).

4.3.3 Afyonkarahisar’ın Sinanpaşa İlçesindeki Yıkılmış Tarihi Köprüler

4.3.3.1 Garipçe Köprüsü

Köprü Afyonkarahisar ili Sinanpaşa İlçesi Garipçe köyüne 835 m uzaklıktadır. KGM envanter kayıtlarına göre iki gözlüdür. Uzunluğu 8.40 m, genişliği ise 3.60 m’dir. Köprü Osmanlı dönemine aittir. Günümüzde yıkılmış durumdadır. Müze kayıtlarına göre; köprünün memba ve mansap kısmı toprak altında kalmasından dolayı ayakları gözükmemektedir ve köprünün ne zaman yapıldığı bilinmemektedir.

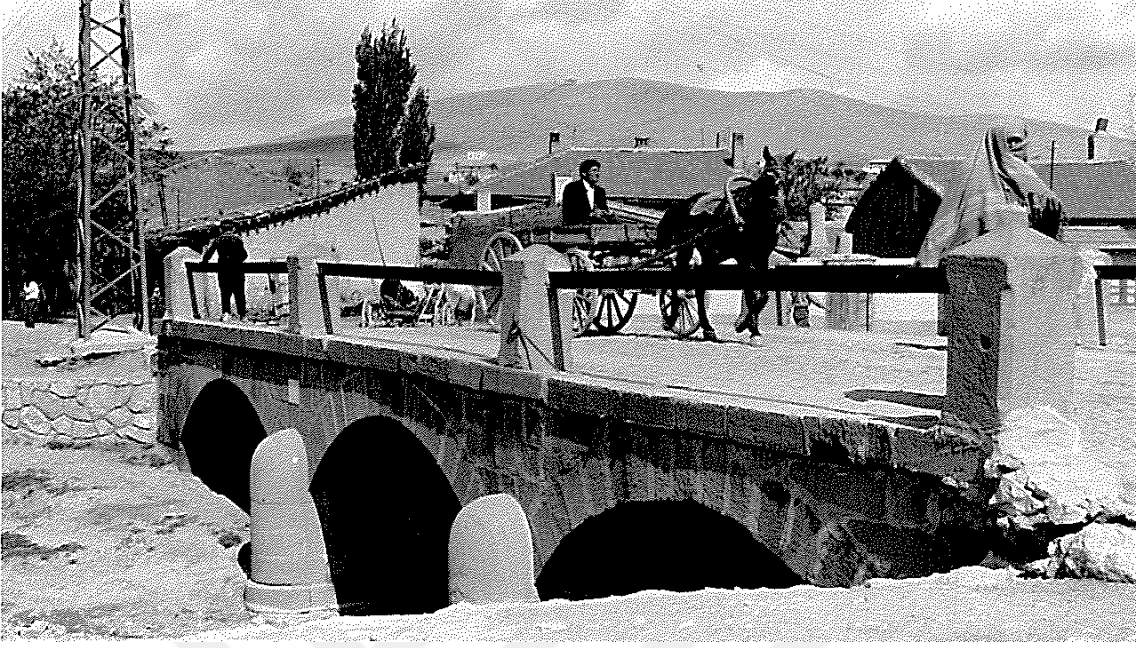
4.3.4. Afyonkarahisar’ın Emirdağ İlçesindeki Yıkılmış Tarihi Köprüler

4.3.4.1 Emirdağ İçi (Okul) Köprüsü

KGM’den alınan envanter kayıtlarına göre Afyonkarahisar İlinin Emirdağ İlçe merkezinde bulunmaktadır. 01.05.1966 yılında tutulan kayıtlarda köprü uzunluğu 15.50m köprü genişliği ise 5.75 m olarak geçmiştir (Resim 4.80 ve Resim 4.81). Emirdağ Belediyesi Fen İşleri Müdürlüğü ile görüşüldüğünde köprünün yıkılmış ve yerine betonarme köprü yapılmış olduğu bilgisi edinilmiştir (Resim 4.82).



Resim 4.80 Emirdağ İçi (Okul) Köprüsü ön cephe (KGM).



Resim 4.81 Emirdağ İçi (Okul) Köprüsü yan cephe (KGM).



Resim 4.82 Emirdağ İçi (Okul) Köprüsü yerine yapılan betonarme köprü.

4.3.5 Afyonkarahisar’ın İhsaniye İlçesindeki Yıkılmış Tarihi Köprüler

4.3.5.1 Mezbaha Köprüsü

Günümüzde yıkılmış durumda olan köprü Afyonkarahisar ilinin İhsaniye ilçesinde Akarçay üzerinde bulunur ve üç gözlüdür. KGM tarafından 29.04.1966 tarihinde tutulan envanter kayıtlarına göre köprünün uzunluğu 15.60 m, genişliği ise 7.70 m’dir. Korkuluğu vardır ve düzgün kesme taştan inşa edilmiştir. Osmanlı dönemine aittir (Resim 4.83 ve Resim 4.84).



Resim 4.83 Mezbaha Köprüsü ön cephe (KGM).



Resim 4.84 Mezbaha Köprüsü (KGM).

4.3.5.2 Oğulbeyli Köprüsü



Resim 4.85 Oğulbeyli Köprüsü yerine yapılan betonarme köprü (KGM).

KGM envanter kayıtlarına göre Osmanlı döneminde yapılan köprü Afyonkarahisar ilinin İhsaniye ilçesinde Oğulbeyli Köyü'nde yer almaktadır ve yakın zamanda yıkılıp yerine betonarme köprü yapılmıştır (Resim 4.85). Köprü ile ilgili başka bilgiye ulaşamamıştır.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Medeniyetin ve kültür mirasının en önemli simgelerinden olan tarihi köprülerin Afyonkarahisar ilindeki varlığı bu tez çalışmasında konu olarak ele alınmıştır. Afyonkarahisar ilinde bulunan mevcut ve yıkılmış olan tarihi taş köprülerin bilimsel bir formatta kayıt altına alınması hedeflenen çalışmada bölgede bulunan köprüler ulaşılabilen tüm kaynaklar ışığında ele alınmış ve geniş bir saha çalışması ile yerinde incelenmiş ve aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

- Afyonkarahisar bölgesinde tespit edilen tarihi taş köprülerin Roma, Selçuklu ve Osmanlı devirlerine ait, bu yapıları yaptıranların devlet, vakıf ve hayır severler olduğu belirlenmiştir.
- Arşiv kayıtlarından, yapılan araştırmalardan ve yerinde yapılan ölçüm ve tespitler sonucunda Afyonkarahisar ilinde 33 tane mevcut tarihi taş köprü belirlenmiştir. Bunun yanında yıkılmış veya konumu belirlenememiş 12 adet tarihi taş köprüünün kaydı da bu tez çalışmasının bulgular kısmında ele alınmıştır.
- Yerinde incelenen mevcut tarihi taş köprülerden ve arşiv kayıtlarından belirlenip şu anda mevcut olmayan tarihi taş köprülerden 15 tanesi tek açıklıklı, 12 tanesi iki açıklıklı, 8 tanesi üç açıklıklı, 5 tanesi dört açıklıklı, 2 tanesi altı açıklıklı ve 1 tanesi 57 açıklıklıdır. 2 tane köprü hakkında ise herhangi bir bilgi yoktur.
- Yapılan saha çalışması bulgularına göre Afyonkarahisar ilinde mevcut tarihi taş köprülerden 17 tanesinin altından su akmakta ve aktif olarak kullanılabilir. 16 tarihi taş köprüünün ise üzerinde bulunduğu dere yatakları kurumuş, yönü değiştirilmiş ve suyu ıslah edilmiş olduğundan altından su akmamaktadır.
- İncelenen tarihi taş köprülerden 8 tanesi detaylı restorasyona ihtiyaç duymaktadır.
- Saha araştırması sonucuna göre; genel olarak Afyonkarahisar ilindeki mevcut tarihi taş köprülerdeki bozulma kaynakları; atmosferik koşullardan kaynaklanan taşlardaki aşınma, erozyon, bitki örtüsü, yosunlanma, çevre kirliliği ve insanların tahribatı olarak sıralanabilir.
- Mevcut tarihi taş köprülerin yerinde ölçülüp kroki ve rölöve çalışmaları sonucu

iki boyutlu çizimlerden ziyade üç boyutlu renderi alınmış görsellerin köprülerin mevcut durumunu ortaya koymada ve tanımlamada daha etkili bir yöntem olduğu görülmüştür. Elde edilen bu görseller, tarihi taş köprü gibi bir yapı türü üzerinde çalışma yapan ve söz sahibi olan mühendis, mimar ve restoratör gibi konunun uzmanlarına bilgi aktarımını kolaylaştıracak bir materyal olacaktır.

- Düşey yükler etkisi altında statik analizi yapılan Balmahmut köprüsü dere yatağının içerisinde hem temel tabanından hem de köprü kutuplarından zemine ankastre bir yapıdır. Bu durumu köprü üzerindeki gerilme ve yer değiştirme durumlarını etkilemektedir. Bunun sonucu olarak en olumsuz bölgeler olarak köprü zemin yaklaşım bölgeleri görülmektedir.
- Düşey yükler etkisi altında statik analizi yapılan İscehisar Koca köprüsü su kodunun üzerinde, dere yatağının dışında sadece temel tabanlarından zemine ankastre olmuş bir yapıdır. Bu durumu köprü üzerindeki gerilme ve yer değiştirme durumlarını etkilemektedir. Bunun sonucu olarak Balmahmut köprüsünden farklı olarak en olumsuz bölgeler olarak köprünün orta noktasındaki kemer üzeri ve kemer çevresi görülmektedir.
- Düşey yükler etkisi altında statik analizi yapılan her iki tip köprüde, oluşan normal gerilme ve kayma gerilmelerine karşı güvenli seviyededir.
- Düşey yükler etkisi altında statik analizi yapılan tek açıklıklı İscehisar Koca Köprüsünde meydana gelen deformasyon dağılımı ile köprünün restorasyon öncesi fotoğrafları incelendiğinde bu durumun hasarlı yapı ile örtüştüğü belirlenmiştir. Yine Düşey yükler etkisi altında statik analizi yapılan üç açıklıklı Balmahmut Köprüsünde meydana gelen deformasyon dağılımı ile köprünün güncel fotoğrafları incelendiğinde bu durumun mevcut yapısal hasarlar ile örtüştüğü belirlenmiştir.
- Yapılan Statik analizler ışığında bilgisayar destekli statik analizlerin mevcut köprülerin değerlendirilmesinde, restorasyon kararlarının verilmesinde ve uygulamasında kullanılabilecek güvenilebilir bir bilgi kaynağı olacağı düşünülmektedir.
- Afyonkarahisar ili tarihi taş köprü varlığının ortaya konulmasının amaçlandığı bu tez çalışmasında, köprülerin araştırılmasına, ölçülmesine, kroki ve röleve çalışmalarının ardından üç boyutlu olarak modellenmesine odaklanılmıştır.

Bunun yanında farklı yapım tipine sahip iki köprünün de düşey yükler etkisi altında statik analizler gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalar farklı bir akademik süreç içerisinde daha da geliştirilerek köprülerin sadece statik değil; deprem, akarsu ve akan trafik yükleri gibi dinamik yükler etkisi altında analizleri de gerçekleştirilebilir. Bunun yanında teorik frekans değerleri kullanılabileceği gibi operasyonel modal analiz gibi deneysel frekans değerleri belirlenerek de bu çalışmalar derinleştirilebilir. Yine tarihi taş köprülerin sonlu elemanlar modelleri oluşturulurken her bir yapısal elemanın tek tek tanımlandığı mikro modelleme yöntemleri de öneri olarak sunulabilir.

Kültürel mirasımızın önemli bir ögesi olan tarihi taş köprülerin korunmasında ve kuşaklar boyu yaşatılmasında toplumu oluşturan her kesime önemli görevler düşmektedir. Bu tez çalışması ile köprülerin mevcut durumları fotoğraflarla belgelenmiş; ölçülerinin alınması, mevcut hallerinin 3 boyutlu tasarımının yapılması ve köprü konumlarının haritalar üzerine işaretlenmesi ile tarihi taş köprülere gösterilmesi gereken özen noktasında bir adım atılmıştır.

6. KAYNAKLAR

- Anonim, (2001). Afyonkarahisar Kütüğü Cilt 1. Afyon Kocatepe Üniversitesi, Yayın No: 35, Ankara.
- ANSYS, CSI (computers and structures, Inc.), (2019), İngilizce, Computers and Engineering, Amerika Birleşik Devletleri.
- Ataei, Ş. Jahangiri, M. Alikamar, J. And Kazemiashtiani, V. (2016). Evaluation of axle load increasing on a monumental masonry arch bridge based on field load testing. *Construction and Building Materials*, **116**: 413–421.
- Aydin, A.C. and Özkaya, G. (2017). The finite element analysis of collapse loads of single-spanned historic masonry arch bridges (Ordu, Sarpdere Bridge). *Engineering Failure Analysis*, **84**: 131–138.
- Aytulun, E. (2017). Taş Kemerli Köprülerin Sistem Tanımlanması, Model Güncellenmesi ve Sismik Performansının Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Boğaziçi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Bergamo, O. Campione, G. Donadello, S. and Russo, G. (2015). In-situ NDT testing procedure as an integral part of failure analysis of historical masonry arch bridges. *Engineering Failure Analysis*, **57**: 31–55.
- Ceylan, İ. (2013). Karayolları 13. Bölge Sınırları İçinde Yer Alan Tarihi Köprülerin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Conde, B. Drosopoulos, G.A. Stavroulakis, G.E. Riveiro, B. and Stavroulaki, M.E. (2016). Inverse analysis of masonry arch bridges for damaged condition investigation: Application on Kakodiki bridge. *Engineering Structures*, **127**: 388–401.
- Conde, B. Ramos, L.F. Oliveira, D.V. Riveiro, B. and Solla, M. (2017). Structural assessment of masonry arch bridges by combination of non-destructive testing techniques and three-dimensional numerical modelling: Application to Vilanova bridge. *Engineering Structures*, **148**: 621–638.
- Çoruhlu, B. (2017). Doğu Karadeniz Bölgesindeki Tek Açıklıklı Kemer Köprüler İçin

- Doğal Frekans, Yer Değiştirme Ve Gerilme Formülleri. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Çulpan, C. (1975). Türk Taş Köprüleri (Ortaçağ'dan Osmanlı Devri Sonuna Kadar). Bolvadin Doğu Güneyi (Afyon İli) Kırkgöz Köprüsü, Altıgöz Köprüsü. 129-133.
- Daş, E. (1997). Afyon'daki Türk Anıtları (Medreseler, Türbeler, Hanlar, Hamamlar, Köprüler, Çeşmeler). Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Arkeoloji ve Sanat Tarihi Ana Bilim Dalı, İzmir.
- Demir, A. (2016). Tarihi Yığma Taş Kemer Köprülerin Yapısal Davranışlarının İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Drdácký, M.F. and Slížková Z. (2017). Arch'07 – 5th International Conference On Arch Bridges. Institute of Theoretical and Applied Mechanics of the Academy of Sciences of the Czech Republic, v.v.i., Prague, Czech Republic 177-184.
- Esaki, T. and Jiang K. (1999). Comprehensive study of the weathered condition of welded tuff from a historic stone bridge in Kagoshima, Japan. *Engineering Geology*, 55: 121–130.
- Genç, A. F. (2015). Tarihi Köprülerin Yapısal Davranışına Restorasyon Çalışmalarının Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Jiang, K. and Esaki T. (2001). Quantitative evaluation of stability changes in historical stone bridges in Kagoshima, Japan, by weathering. *Engineering Geology*, 63 83-91.
- Karayolları Trafik Yönetmeliği (18.07.1997)
- Kurt, M. (2016). Tarihi Taş Kemer Köprülerin Dinamik Davranışlarının Deneysel ve Sonlu Elemanlar Yöntemiyle Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Lubowiecka, I. Arias, P. Riveiro, B. And Solla, M. (2011). Multidisciplinary approach to the assessment of historic structures based on the case of a masonry bridge in Galicia (Spain). *Computers and Structures*, 89: 1615–1627.

- Milani, G. and Lourenço, P.B. (2012). 3D non-linear behavior of masonry arch bridges. *Computers and Structures*, **110**: 133–150.
- Olmos, B.A. Jara, J.M. Martínez, G. and Juan I. López, J.I. (2017). System identification of history Mexican masonry bridges. *Procedia Engineering*, **199**: 2220–2225.
- Onat, O. ve Yön, B. (2018) Adopted Material Properties of Historical Masonry Structures for Finite Element Models: Mosques and Bridges. *Turkish Journal of Science & Technology*, **13**: 69-75
- Özer, O. (2006). Taş Kemerli Köprülerin Mekanizma Metodu İle Yük Taşıma Kapasitesi Hesabı. Yüksek Lisans Tezi, Boğaziçi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Parsana, H. (1991). Bolvadin'deki Türk Devri Yapıları. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Arkeoloji ve Sanat Tarihi Ana Bilim Dalı, Sanat Tarihi Bilim Dalı, Konya.
- Pepi, C. Gioffre, M. Comanducci, G. Cavalagli, N. Bonaca, A. and Ubertini, F. (2017). Dynamic characterization of a severely damaged historic masonry bridge. *Procedia Engineering*, **199**: 3398–3403.
- Rafiee, A. Vinches, M. and Bohatier, C. (2008). Application of the NSCD method to analyse the dynamic behaviour of stone arched structures. *International Journal of Solids and Structures*, **45**: 6269–6283.
- Rovithis, E.N. and Pitilakis, K.D. (2016). Seismic assessment and retrofitting measures of a historic stone masonry bridge. *Earthquakes and Structures*, **10-3**: 645-667.
- Serrano-López, R. Urruchi-Rojo, J.R. and Martínez-Martínez, J.A. (2018). The shallow arch: A step towards bridges styling in the early 19th century. *Engineering Structures* **167**: 84–95.
- Tang, M.C. (2018). Forms and Aesthetics of Bridges. *Engineering*, **4**: 267–276.
- Toker, S. (2000). Kemer Formunun Gelişimi; Taş Kemer ve Kemerli Köprü Davranışının Sonlu Elemanlar Analizi İle İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- Üyümez, M. ve Kaya, F. (2001). Afyonkarahisar’da Su Mimarisi. Afyonkarahisar.
- Vujovic, V. (2018). Case Study - The Mehmed Pasha Sokolovic Bridge. *Procedia Structural Integrity*, **13**: 489–495.
- Yılmaz, B. (2016). Tarihi Köprülerin Yapısal Davranışına Kemer Geometrisinin Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Zang, Y. (2015). Advanced Nonlinear Analysis of Masonry Arch Bridges. Department of Civil and Environmental Engineering Imperial College, London.
- Witzany, J. Cejka, T. and Zigler, R. (2008). Failure Resistance of Historic Stone Bridge Structure of Charles Bridge. II: Susceptibility to Floods. *Journal Of Performance Of Constructed Facilities*, March/April: 83-91

İnternet Kaynakları

- 1) <http://insaat.balikesir.edu.tr/dokumanlar/img/img3>, 17.01.2019
- 2) <http://www.bilgiler.gen.tr/kopru-1.html>, 03.02.2019
- 3) <https://www.afyon.bel.tr/Default.aspx> , 08.04.2019
- 4) <https://www.haritatr.com/afyonkarahisar/nehirler/03/1.html>, 05.03.2019
- 5) <http://www.mimair.com/roleve-nedir-roleve-projesi-nasil-hazirlanir.html>, 02.03.2019
- 6) <http://www.kentmuhendislik.com/rollove-nedir/>, 02.03.2019
- 7) <https://www.insaatgundemi.com/rollove-nedir-nasil-alinir.html>, 02.03.2019
- 8) <https://www.kulturportali.gov.tr/turkiye/afyonkarahisar/kulturatlasi/kadinana-efsanesi>, 12.04.2019
- 9) http://basagacweb.blogspot.com/2012/12/tas-kopru-kitabesi_14.html, 22.03.2019

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Keziban Kübra Aktürk
Doğum Yeri ve Tarihi : Afyonkarahisar 29.08.1991
Yabancı Dili : İngilizce
İletişim (Telefon/e-posta) : 05512113733

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Afyon Kocatepe Anadolu Lisesi, (2005-2009)
Lisans : Aksaray Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü,
(2009-2014)
Yüksek Lisans : Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri
Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı,
(2015-2019)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl : Af-tek Yapı Denetim (2014)
Dinamik Mühendislik (2014-2015)
Sağlamlar Ltd. Şti. (2015-2018)